

**PROJETO TÉCNICO**  
**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

Águas Frias, Outubro de 2015.

# **PROJETO TÉCNICO**

## **SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

(Instalação de bomba Submersa em poço tubular profundo, rede edutora e adutora, reservatório e adequação da rede de distribuição de água)

Cliente: Prefeitura Municipal de Águas Frias

Cidade: Águas Frias - SC

Local: Linha Josefina e Lageado

Águas Frias, Outubro de 2015

## ÍNDICE

<b>1 - MEMORIAL DESCRITIVO.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1 Localização .....</b>	<b>5</b>
<b>1.2 População .....</b>	<b>5</b>
<b>1.3 Clima.....</b>	<b>5</b>
<b>1.4 Situação Econômica.....</b>	<b>5</b>
<b>1.5 Assistência Médica - Hospitalar .....</b>	<b>6</b>
<b>1.6 Situação Educacional .....</b>	<b>6</b>
<b>1.7 Energia Elétrica .....</b>	<b>6</b>
<b>1.8 Facilidade e Recursos para a Obra .....</b>	<b>6</b>
<b>1.9 Dimensionamento do Projeto .....</b>	<b>7</b>
<b>1.10 Apresentação.....</b>	<b>9</b>
<b>1.11 Sistema de Bombeamento .....</b>	<b>10</b>
<b>1.12 Quadro Elétrico de Comando Automático e Proteção.....</b>	<b>11</b>
1.12.1 Montagem do quadro de comando .....	12
<b>1.13 Tubulação Edutora e Adutora de Água .....</b>	<b>13</b>
<b>1.14 Reservatório de Água.....</b>	<b>13</b>
1.14.1 Base de Assentamento do Reservatório.....	14
1.14.2 Cerca de Proteção do Reservatório.....	14
<b>1.15 Urbanização .....</b>	<b>14</b>
<b>1.16 Rede de Distribuição e Abastecimento .....</b>	<b>15</b>
1.16.1 Hidrômetros .....	16
<b>1.17 Válvula de Retenção Horizontal.....</b>	<b>16</b>
<b>1.18 Locação da Obra.....</b>	<b>16</b>
<b>1.19 Escavações .....</b>	<b>17</b>
<b>1.20 Preparo do Leito para Assentamento da Tubulação.....</b>	<b>17</b>
<b>1.21 Assentamento da Tubulação.....</b>	<b>18</b>
<b>1.22 Ancoragens .....</b>	<b>18</b>
<b>1.23 Re-aterro das Valas .....</b>	<b>19</b>
<b>1.24 Desinfecção dos Tubos Assentados .....</b>	<b>19</b>
<b>1.25 Instalação da Rede Elétrica .....</b>	<b>20</b>
<b>2 - MEMORIAL DE CÁLCULO .....</b>	<b>21</b>

<b>Obs: Todo o memorial de cálculo está dimensionado para atender todas as residências pertinentes à comunidade em questão.</b>	<b>21</b>
<b>2.1. Objetivos</b>	<b>21</b>
<b>2.2. Dimensionamento do período de funcionamento do conjunto elevatório</b>	<b>21</b>
<b>2.3. Cálculo da Potência da Bomba Submersa</b>	<b>21</b>
<b>2.4. Especificações das tubulações</b>	<b>22</b>
<b>2.5. Metodologia para a Determinação das Vazões de Projeto</b>	<b>22</b>
2.5.1. População atual (Po)	22
2.5.2. População de Projeto	23
2.5.3. Consumo Médio “per capita”	23
2.5.4. Consumo Médio por Economia	24
2.5.5. Variação de Consumo	24
2.5.5.1. Variações Diárias	25
2.5.5.2. Variações Horárias	25
2.5.6. Vazão Média de Consumo	26
2.5.7. Vazão Máxima Diária	26
2.5.8. Vazão Máxima Horária	27
2.5.9. Vazão Média por Economia	27
2.5.10. Vazão de Cálculo	28
<b>2.6. Cálculo do Volume do Reservatório</b>	<b>28</b>
<b>2.7. Observações</b>	<b>29</b>
<b>2.8. Golpe de Aríete</b>	<b>29</b>
<b>3 Referências Bibliográficas</b>	<b>31</b>
<b>4 - ANEXOS</b>	<b>32</b>

# **1 - MEMORIAL DESCRITIVO**

## **1.1 Localização**

A comunidade da Linha Josefina encontra-se situada no município de Águas Frias – SC, na região Oeste do estado, com uma distância de aproximadamente 7km da sede do município. O município limita-se com o município de Pinhalzinho, Nova Erechim, Marema, União do Oeste, Nova Itaberaba e Coronel Freitas.

## **1.2 População**

A população do município é formado por descendentes estrangeiros na sua maior parte, Italianos e Alemães. Com uma população de 2.408 habitantes. Na comunidade da Linha Josefina e Lageado, a população é de aproximadamente 364 habitantes. (Fonte Prefeitura Municipal de Águas Frias).

## **1.3 Clima**

De acordo com Epagri, o clima da região é subtropical, com temperaturas média de 19 °C, sendo um clima mesotérmico úmido com verão quente. As precipitações pluviométricas apresentam-se bem variadas durante os meses do ano, tendo uma média anual de 2.000mm.

## **1.4 Situação Econômica**

A atividade econômica predominante no município é Agropecuária e Pequenas Indústrias, na localidade beneficiada é Agropecuária.

### **1.5 Assistência Médica - Hospitalar**

O município possui pronto socorro para pequenas ocorrências. Os munícipes são atendidos no posto de saúde com auxílio de médicos clínico geral que atende toda a população do município, casos mais graves são encaminhados para os municípios vizinho, sendo Chapecó e Pinhalzinho. (fonte Prefeitura Municipal Águas Frias).

### **1.6 Situação Educacional**

O município possui escola municipal (pré e 1º a 4º série e ensino fundamental) na zona urbana e rural e escolas estaduais (ensino fundamental e ensino médio) na zona urbana. Os moradores da zona rural são deslocados de suas moradias até a escola estaduais através de ônibus, onde os mesmos são custeados pela Prefeitura Municipal (fonte Prefeitura Municipal de Águas Frias).

### **1.7 Energia Elétrica**

O município possui em seu território cerca de 97% de abastecimento com energia elétrica e a comunidade beneficiada com 95% abastecida, com energia monofásica e bifásica. No local em que se encontra o poço tubular profundo a energia de alimentação será Bifásica (440 Volts), na casa de química a energia será monofásica (220Volts).

### **1.8 Facilidade e Recursos para a Obra**

Não existe na comunidade beneficiada a disponibilidade de materiais para construção e prestação de mão de obra qualificada para execução dos serviços propostos.

## **1.9 Dimensionamento do Projeto**

O objetivo principal do projeto de abastecimento de água e o de suprir a comunidade em quantidade suficiente, dentro da qualidade estabelecida pelo Ministério da Saúde para os sistemas públicos.

Para determinarmos as características dos componentes da rede hidráulica, devem ser analisadas algumas variáveis como cotas, pressão disponível, perda de carga e vazões. Isto será realizado utilizando o método do seccionamento fictício, a fórmula universal da perda de carga, a fórmula de Hazen-Williams e a Bresse.

A especificação dos materiais foi realizada tomando-se como base, catálogos de empresas que abastecem o mercado e de consolidada experiência na fabricação destes, além de consulta às normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

O cálculo da perda de carga na utilização de tubulação galvanizado é feito pela fórmula de Flamant:

$$DJ=4 \times 0,00023 \times 4\ddot{O}(V^7 \times D)$$

Onde:

DJ= perda de carga unitária (mca)

V= velocidade em (m/s)

D= diâmetro interno médio (m)

O projeto hidráulico de tubos plásticos segue as mesmas técnicas e normas de tubos de outros materiais.

A diferença básica no dimensionamento hidráulico de tubos plásticos reside na baixíssima rugosidade dos mesmos, o que resulta em diâmetros ou perdas de carga menores que o dos tubos convencionais para as mesmas vazões.

A tubulação de PVC adotada neste projeto normalmente tem classes de pressão 15, que resistem a 75 mca de pressão, respectivamente descritas na NBR - 5648.

A utilização de tubos plásticos (PEAD) no projeto, poderá ser aceita, mediante aprovação do engenheiro responsável e o reconhecimento do material nas normas da ISO - 4427 - (PE80 e PE100), pois os mesmos suportam uma pressão de trabalho maior, definida pela espessura de sua parede interna, denominada PN 8, PN 10, PN 12,5 e PN 16, suportando uma pressão de 80, 100, 125 e 160 mca.

Ao nível de comparação é apresentada a tabela abaixo:

Material	Rugosidade (kg)
Tubos plásticos, de vidro, cobre, bronze.	5 a 25 mm
Tubos de aço sem costura, fibrocimento.	50 a 100 mm
Tubos de aço com costura (velho)	150 a 200 mm
Tubos de concreto, ferro fundido, manilha de barro.	200 a 250 mm
Tubos muito incrustados	500 a 2.000 mm

As fórmulas mais largamente utilizadas para os cálculos hidráulicos são as fórmulas de Hazen-Williams e de Colebrook.

Na fórmula de Hazen-Williams, a influência da rugosidade apresenta-se embutida no coeficiente C, que, para os tubos plásticos, a literatura técnica apresenta o valor de 140 para PVC.

$$H = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,8} \times d^{-4,87}$$

Onde:

H= perda de carga unitária (mca)

Q= vazão (m<sup>3</sup>/s)

d= diâmetro interno (m)

Para o dimensionamento da classe de pressão da tubulação, será levada em conta a pressão estática ou dinâmica interna da água dentro da mesma.

A planilha de cálculo em anexo, nos apresenta pressões muito variáveis, onde, conforme as necessidades de classe de pressão foram dimensionadas as tubulações e válvulas reguladoras de pressão se necessário, para que ocorra a diminuição da mesma.

A vazão adotada para o dimensionamento da rede de distribuição será a máxima horária, onde se leva em consideração a vazão máxima para o dia e a hora de maior consumo.

Os materiais e diâmetros dos tubos a serem utilizados, estão representados nas planilhas de cálculos.

## **1.10 Apresentação**

### **Justificativa**

A elaboração do projeto de abastecimento de água potável na Linha Josefina, no município de Águas Frias, foi embasada em normas estabelecidas pela ABNT e lei decretadas pelo ministério da saúde para consumo de água potável. O projeto teve como início a exploração dos recursos hídricos que a região em questão disponibilizava no exato momento, nele foi detectados que os mananciais superficiais não atenderiam a demanda de consumo da comunidade, sendo assim, foi detectada a existência de um poço tubular profundo que atenda a demanda de 91 famílias. Com execução de teste de exploração de água e análise minuciosa do mesmo, constatou-se que o poço tubular profundo deverá atender a comunidade inteira, sendo beneficiados 91 pontos de abastecimento com um consumo máximo de 600 litros dia por ponto de abastecimento.

Desta forma iniciou-se a elaboração do projeto, no primeiro momento verificou-se que há uma rede existente em operante na comunidade. Com essa informação, foi repassada todo a rede existente, verificando o sistema de abastecimento. Onde constatou-se há uma reclamação da população do alto custo de operação da rede. Esse custo é devido a grande distância que a moto bomba submersa até o reservatório de distribuição e o custo elevado da manutenção da rede adutora.

Com base nos dados obtidos e a localização de uma perfuração nova mais próximo ao reservatório de distribuição. Será executado a movimentação dos equipamentos existentes no poço antigo e instalado no poço novo mais próximo ao reservatório de distribuição.

Na elaboração do projeto não será levando em conta os equipamentos existente no poço antigo e sim o dimensionamento correto da rede edutora e adutora. Onde houver equipamentos compatíveis no poço antigo poderá ser aproveitado, o restante deverá ser encaminhando a município de águas frias para tomar as devidos atribuições legais.

Com a determinação de utilizarmos o sistema de abastecimento de água existente foi realizado um levantamento planialtimétrico com GPS, em todo o percurso da rede de abastecimento.

Com o resultado do levantamento planialtimétrico obteve-se o local que se encontra o reservatório de distribuição, em seguida, iniciou-se o levantamento planialtimétrico da rede adutora.

O projeto irá compor a instalação do conjunto moto-bomba submersível no poço tubular profundo (novo), com painel de controle e demais componentes elétricos, rede edutora e adutora, reservatório para atender as 91 (Noventa e uma) residências beneficiadas.

Essa água será oriunda de um poço tubular profundo semi-artesiano, já perfurado e testado, ponto nº. 115, cota 339,47 coordenadas geográficas - SAD69 - 52° 53'44,17835", 26° 50'03,10849". Esta comunidade está situada na zona rural, onde há escassez do líquido em determinadas épocas do ano e a existência de altas taxas de contaminação dos lençóis freáticos por dejetos animais e produtos químicos. As etapas de execução deste sistema estão descritas a seguir.

### **1.11 Sistema de Bombeamento**

Será instalado um conjunto moto-bomba submersível no poço tubular profundo, para uma vazão de 6,0 m<sup>3</sup>/h, Altura Manométrica 289,21 mca, com motor Bifásico de 10HP - 440Volts, modelo VBUP.61 - 20 estágios 10,0 HP, onde recalcará água do poço tubular profundo até o reservatório de distribuição. Essa moto-bomba ficará suspensa por um

flange (tampa de poço) tubulações galvanizadas de 2". Logo após a saída do poço, unido a tubulação galvanizada, será instalada uma curva, uma união e um niple galvanizado de 2", todos com a finalidade de garantir uma maior durabilidade do equipamento e facilitar futuras manutenções. A potência e a capacidade da moto-bomba estão de acordo com a necessidade de vazão para o consumo, assim como a energia elétrica da região e seguindo rigorosamente a recomendação técnica do fabricante do equipamento.

O cabo elétrico de alimentação do conjunto moto-bomba será de 3 x 16 mm, com 190 (cento e noventa) metros de comprimento e estará ligado ao quadro de comando automático.

O quadro de comando deverá ser confeccionado em caixa metálica própria com pintura epóxi anti-corrosiva. Internamente serão instalados fusíveis, bobinas, capacitores, chave contadora, relê térmico, amperímetro e voltímetro pra controlar a partida e a energia da moto-bomba e assegurar a maior durabilidade. O quadro de comando será embutido e instalado em uma edificação de alvenaria, descrita nesse memorial.

### ***1.12 Quadro Elétrico de Comando Automático e Proteção***

O quadro de comando elétrico será Bifásico (440Volts), 10 Hp, 60Hz e terá a função de proteger a bomba submersa de oscilações elétricas, descargas e outros fatores que vem a prejudicar o seu funcionamento.

O mesmo será instalado em abrigo (mureta de proteção), que ficará o padrão elétrico e quadro de comando da bomba submersa. O quadro terá equipamentos para o funcionamento manual e/ automático, de controle da operação, de proteção de sobrecarga, sobre tensão, contra descargas atmosféricas (pára-raios) além do rele de nível, cujos eletrodos serão instalados no interior do poço de modo a evitar o funcionamento a seco da bomba submersa.

Os componentes do mesmo são formados pelos seguintes itens:

- Cento e noventa metros de cabo elétrico bifásico 3 x 16 mm, para alimentação da bomba submersa;
- Um mil e duzentos metros de cabo plasticumbo 2 x 4 mm;
- Um relé com comando a distância;

- Uma chave bóia automática (acionamento automático);
- Quadro de comando em aço carbono de 50 x 40 x 20cm;
- Uma chave reversora 14103;
- Um conector 912;
- Um conector 612;
- Duas bases completas de proteção de 63A (fusível);
- Um contactor principal CWM-32 (acionar a bomba);
- Um contactor auxiliar CW-7 (auxiliar na partida da bomba);
- Dois capacitores de partida 270 a 324UF (para dar partida na bomba);
- Dois capacitores permanentes 60UF (auxiliar no funcionamento da bomba);
- Um relé sobrecarga 22 a 32A (protege a bomba contra sobrecargas);
- Dois fusíveis de 35A;
- Dois parafusos de ajuste de 35A;
- Um rele de tempo de 0 a 15s;
- Uma tampa de proteção de 63A;
- Uma botoeira (acionamento manual da bomba submersa);
- Um amperímetro 0 a 50A;
- Dois anéis de proteção de 63A;
- Um voltímetro 0 a 500 Volts;
- Dois metros de canaleta plástica de 20 x 20 mm;
- Trinta centímetros de trilho;
- Terminais;
- Fiação 0,75 e 6 mm;

### **1.12.1 Montagem do quadro de comando**

O cabo de alimentação bifásico (440Volts) da bomba submersa deverá ser protegido na saída da boca do poço com duto de 3/4" flexível para rede elétrica subterrânea com uma extensão de 10 metros até poste de energia elétrica.

O poste de energia elétrica deverá estar numa distância em média de 1,30m à 2 metros longe da boca do poço.

O quadro de comando deverá ser corretamente aterrado via haste de aterramento. A caixa de comando deverá ser tratada com tintas anticorrosivas, de modo a assegurar a sua durabilidade.

### **1.13 Tubulação Edutora e Adutora de Água**

Na tubulação edutora, serão utilizados 180m de tubos AÇO GALVANIZADO LEVE de 2". Na adução serão utilizados 390m de tubo PEAD PN12,5 de 63mm, 635m de tubo PEAD PN 8 de 63 mm. O comprimento do sistema de adução é de 1.025m, da saída do poço até o reservatório de distribuição. Os tubos serão enterrados em valas com profundidade mínima de 0,80 m de largura e de 0,40 m. Logo após a instalação deverá ser feito o re-aterro da vala, em camadas de 0,20 m , devidamente compactadas.

Junto a toda extensão da rede adutora, será instalado o cabo plastichumbo 2 x 4mm (fio bóia), para a chave bóia elétrica automática.

### **1.14 Reservatório de Água**

Será instalado mais um reservatório ao lado do existente, com capacidade de 20.000 litros, com tampa de inspeção de 0,50 m de diâmetro, no ponto 100, confeccionados em fibra de vidro. Para evitar a entrada de sujeiras e impurezas no reservatório, este será fechado por uma tampa de fibra de vidro, parafusado sobre a sua parte superior.

Em cada um dos cantos da base de assentamento (quatro cantos) dos reservatórios, ficará uma alça de ferro para amarração do reservatório sobre si. Isto fará com que se tenha maior segurança, e que evite também a quebra do reservatório. A chave bóia elétrica ficará dentro do reservatório, e trabalhará numa oscilação entre 5 e 6 m<sup>3</sup> de água consumida no reservatório de 20.000 litros.

### **1.14.1 Base de Assentamento do Reservatório**

O reservatório deverá ser assentado sobre uma laje de concreto armado, nas dimensões de 3,0 x 3,0 metros, numa espessura de 10 centímetros, com ferro CA-50 5,0 mm a cada 20 centímetros e  $f_{ck} \geq 15,00$  Mpa, construído em terreno regularizado.

Os materiais utilizados serão: o cimento pozolânico, brita graduada, areia média e ferro CA-50 5,0 mm.

### **1.14.2 Cerca de Proteção do Reservatório**

Para impedir o acesso de estranhos na área do reservatório, como também proteger o entorno do mesmo, faz-se necessário à construção de um cercado.

O cercado para o ponto 100 onde inclui também o reservatório existente terá as seguintes características:

- Mourão de cerca em concreto, dimensões de 0,09 x 0,09 x 1,80 metros;
- Escora de mourão em concreto, dimensões de 0,09 x 0,09 x 1,50 metros;
- Arame galvanizado liso 14;
- Tela fio 12 malha 4;
- Portão com quadro tubo galvanizado 1", trinco cadeado, tela de arame galvanizado número 12 – malha 4, com dimensões de 0,8 m de largura e 1,0 m de altura;
- Dimensões do cercado: 4,50m de largura, 9,00m de comprimento e altura de 1,00 metro.

## **1.15 Urbanização**

O sistema de reserva deverá ser urbanizado, com plantação de grama dentro da área de proteção e plantas de sombra aos redores, para que o mesmo no futuro permaneça em local arejado e fresco, colaborando com a qualidade da água.

O sistema de poço tubular profundo, deverá ser urbanizado, com plantação de grama dentro da área de proteção e plantas de sombra aos redores, para que o mesmo no futuro permaneça em local arejado e fresco, colaborando com a qualidade do sistema.

### **1.16 Rede de Distribuição e Abastecimento**

A rede de distribuição de água encontra-se executada e em operação, mas devido a grande quantidade de famílias beneficiadas com esse poço, se faz necessário a implantação de dois reservatórios de 10.000L no decorrer do sistema, obtendo a função de gargalo no abastecimento.

Um reservatório vai ser instalado no ponto 133 - cota: 344,52 e outro no ponto 94 - cota: 371,43.

O sistema de abastecimento hoje instalado é composto por tubos de PEAD e PVC com classe distintas obedecendo a planilha de cálculo em anexo.

- 1.150 metros de tubos PEAD PN8 PE100  $\phi$  DE 63 mm;
- 680 metros de tubos PEAD PN8 PE100  $\phi$  DE 50 mm;
- 1.545 metros de tubos PEAD PN8 PE100  $\phi$  DE 40 mm;
- 257,5 metros de tubos PVC JS CL15  $\phi$  DE 40 mm;
- 4.660 metros de tubos PVC JS CL15  $\phi$  DE 32 mm;
- 4.510 metros de tubos PVC JS CL15  $\phi$  DE 25 mm;
- 13.507 metros de tubos PVC JS CL15  $\phi$  DE 20 mm;

A rede de distribuição terá uma extensão de 27.597 metros.

As ligações da rede principal até as moradias estão realizadas com tubo PVC JS classe 15 de 20 mm. A média de distancia entre a rede mestre e cada residência é de 50 metros e todas apresentam hidrômetro com kit cavalete.

Na rede de distribuição as pressões nos tubos variam.

Os tubos serão enterrados em valas com profundidade mínima de 0,80 m e largura de 0,40 m. Logo após a instalação deverá ser feito o re-aterro da vala, em camadas de 0,20 metros, devidamente compactadas, e evitando o contato de pedras com a tubulação.

### **1.16.1 Hidrômetros**

Encontra-se instalado 91 (Noventa e um) hidrômetros montados e compostos por kit cavalete de PVC JS DE 20 mm, sendo o kit cavalete composto de seis joelhos 90 soldável DN 20 mm, dois adaptadores de aço galvanizado de DN 20 mm, um relógio e um registro PVC JS passagem plena de DN 20 mm e protegidos por um tubo de concreto de 60 x 50 cm, contendo tampa de concreto e uma torneira de polietileno para os mesmos e devidamente sinalizados (ver desenho em anexo).

### **1.17 Válvula de Retenção Horizontal**

A válvula de retenção horizontal será do tipo portinhola com rosca BSP. Vedação de bronze ou com enxerto de "Buna N" Classe 125 (PN 16 bar).

Sua aplicação é essencial para a diminuição do golpe de aríete provocando na rede adutora. Nesta rede será instalada uma válvula de retenção no kit cavalete do poço tubular profundo e outra três no decorrer da rede adutora especificada o local no planta do sistema de abastecimento.

### **1.18 Locação da Obra**

A locação está sendo feita de acordo com o respectivo projeto, admitindo-se, no entanto, certa flexibilidade na escolha da posição da rede no eixo lateral da estrada, face a existência de obstáculos não previstos, bem como da natureza do solo, que servirá de leito. Qualquer modificação somente poderá ser efetuada com autorização do Engenheiro responsável pelo Projeto.

## **1.19 Escavações**

Na abertura das valas deverá se evitar o acúmulo, por muito tempo, do material e da tubulação na beira da vala, sobretudo quando esse acúmulo possa restringir ou impedir o livre trânsito de veículos e pedestres. Em locais que não houver impedimentos no uso de equipamentos pesados e de porte, a escavação deve ser processada por meio mecânico, com o uso de retroescavadeira.

As valas serão abertas com uma profundidade de 0,80 m x 0,40 m de largura em média nos locais onde não é possível trabalhar com a tubulação fora de vala. Deverá ser nivelada de maneira a propiciar um assentamento harmonioso entre a tubulação e o solo. Todas as pedras de tamanho e peso acessível serão retiradas da vala, pois sua presença embaixo do tubo é prejudicial. As de maior tamanho, ou rocha, terão as saliências que se projetam para dentro da vala aparadas.

Eventualmente, será necessário o uso de motoniveladora e trator de esteira. A escavação manual deve ser utilizada em locais que não se possa efetuar a escavação mecânica. Em ambos os casos a empreiteira será responsável por eventuais danos causados a terceiros.

Dependendo da natureza do terreno, deverá ser executado escoramento nas valas para evitar desmoronamentos. O empreiteiro deverá escolher corretamente o tipo de escoramento para cada tipo de solo.

## **1.20 Preparo do Leito para Assentamento da Tubulação**

O fundo da vala onde vai ser assentada a tubulação deverá estar isenta de pedras e outros materiais, evitando assim o aparecimento de esforços localizados na tubulação. O leito deve ser devidamente regularizado, eliminando todas as saliências da escavação. Nos terrenos rochosos ou com muita pedra, é recomendado rebaixar a vala por mais 0,20 metros, restabelecendo-se o nível com material apropriado. Em terrenos moles, deverá ser executada a retirada deste material e substituí-lo por material mais resistente. Sendo muito

espessa a camada de terreno mole, o berço da tubulação deverá ser apoiado em estacas. Estas estacas serão de concreto pré-moldado.

Em locais onde for encontrado o lençol freático, será feita uma mudança de locação da valas para se evitar danos ambientais, exceto quando tal mudança for de difícil execução. Neste caso será feita a drenagem com pedra de mão ou brita ao longo da vala, conduzindo-se água para um ponto fora deste alinhamento, seja declividade da própria vala ou por bombeamento.

### ***1.21 Assentamento da Tubulação***

Antes do assentamento, os tubos e peças devem ser limpos e inspecionados com cuidado. Deve ser verificada também a existência de falhas de fabricação, como danos e avarias decorrentes de transportes e manuseios. Nos assentados, os tubos devem ser rigorosamente alinhados. O ajustamento das juntas da tubulação com seu respectivo material de vedação deve ser feito com o cuidado necessário para que as juntas sejam estanques. Nos períodos em que se paralisar o assentamento, a extremidade da tubulação deve ser vedada com tampões. Para os tubos de PVC, retirar todo o brilho e limpar a ponta e a bolsa com uma estopa embebida de solução limpadora ou lixa, removendo todas as sujeiras e gorduras.

### ***1.22 Ancoragens***

Os esforços oriundos do empuxo do líquido conduzido dentro do tubo podem ser extremamente elevados e tendem a desencaixar os componentes da canalização, tais como bolsas, tê, curvas, registros, etc. Os empuxos aparecem a cada extremidade de uma tubulação, a cada mudança de direção ou de diâmetro e a cada derivação. As juntas têm por objetivo, garantir a vedação entre os diversos componentes da canalização.

Elas não são projetadas para equilibrar os empuxos, portanto, se faz necessário o uso de ancoragens, que serão realizadas com blocos de concreto com demissões de 0,30 x 0,30 x 0,30 m, todos demarcados na planta do sistema de abastecimento.

### **1.23 Re-aterro das Valas**

Qualquer re-aterro só poderá ser iniciado após a autorização da fiscalização, que cabe antes examinar a rede, a metragem e a instalação das peças especiais. Na operação manual ou mecânica, de compactação do re-aterro todo cuidado deve ser tomado para não deslocar a tubulação e seus berços de ancoragem.

O re-aterro da vala será realizado com o próprio solo retirado, quando adequado para este fim ou com material oriundo de jazida de empréstimo, previamente escolhido e livre de materiais indesejados e posteriormente re-vegetada. O material do re-aterro, depositado nos primeiros 0,20 m acima da geratriz superior da tubulação, deverá sofrer compactação de impacto, mecânico ou manualmente. A compactação se fará tanto no material depositado no vão existente entre o tubo e as laterais da vala, quando naquele colocado acima do tubo.

Após a compactação adequada do material, em camadas de 0,20 m, com um cobrimento mínimo de 0,20 m acima da geratriz superior do tubo, o restante da vala poderá ser recoberto por meio de retroescavadeira, fazendo-se a compactação com os pneus da própria máquina, em passagens sucessivas ao longo da vala.

### **1.24 Desinfecção dos Tubos Assentados**

Como durante o assentamento a tubulação ficará suja e contaminada, será necessário desinfetar as linhas novas com cloro líquido. A dosagem usual de cloro é de 50 ppm (mg/l). A água e o cloro devem permanecer na tubulação por 24 horas, no mínimo. No final deste tempo, todos os hidrômetros e registros do trecho serão abertos e, evacuada toda

água da tubulação até que não haja mais cheiro de cloro. A desinfecção deverá ser repetida sempre que o exame bacteriológico assim o indicar.

### ***1.25 Instalação da Rede Elétrica***

Cabe a Prefeitura Municipal de Águas Frias, executar 01 (um) pontos de energia elétrica no local a seguir: uma rede elétrica bifásica (440 Volts) da existência até o poste de concreto que estará próximo do poço artesiano tubular profundo. A energia do poste de concreto até a mureta do quadro de comando será subterrânea. Os materiais a serem usados devem ser requeridos pelo órgão competente CELESC. A Prefeitura Municipal tem a responsabilidade pela instalação da energia elétrica, da rede até os pontos de energia mencionados acima.

## **2 - MEMORIAL DE CÁLCULO**

***Obs: Todo o memorial de cálculo está dimensionado para atender todas as residências pertinentes à comunidade em questão.***

### **2.1. Objetivos**

O presente relatório tem o objetivo de submeter para aprovação de projeto, um Sistema de Abastecimento de Água, as dimensões e os materiais recomendados para tubulações de captação e distribuição de água potável. Estes projetos são recomendados pelos desenhos anexos, que mostram as diferenças de níveis, distâncias entre poço, reservatório e pontos consumidores dos ramais que serão implantadas na referida localidade.

Foi dimensionada a rede de abastecimento de água, visando atingir uma demanda de 91 famílias.

### **2.2. Dimensionamento do período de funcionamento do conjunto elevatório**

O período de funcionamento do conjunto moto-bomba será de 9,1 h/dia (esperado). A vazão máxima diária consumida: 54,6 m<sup>3</sup>/dia e a vazão de acordo com o período de funcionamento do conjunto elevatório: 6,00 m<sup>3</sup>/h.

### **2.3. Cálculo da Potência da Bomba Submersa**

As tubulações que se destinam a elevar água de um ponto a outro, estão providos de bombas, ou seja, equipamentos mecânicos que lhe transferem energia necessária para um deslocamento. Há diversos tipos de bombas e diversas configurações para seu arranjo. Para saber a bomba certa, é calculada a potência da bomba em HP. Comparando pelo gráfico

Altura Manométrica(m) x Vazão(m<sup>3</sup>/h), obtemos a curva ideal da bomba, onde ela trabalha com seu rendimento máximo com o consumo mínimo de energia.

$$P = \frac{\gamma * Q * H_{man}}{75 * \eta}$$

Onde:

P = Potência em cv ou, praticamente, em HP (1 cv equivale a 0,986 HP);

$\gamma$  = Peso específico do líquido a ser elevado (água 1.000 kgf/m<sup>3</sup>);

Q = Vazão ou descarga, em m<sup>3</sup>/s;

H<sub>man</sub> = Altura manométrica em m;

$\eta$  = Rendimento global do conjunto elevatório  $\eta_{motor} * \eta_{bomba} = (50\%)$ ;

**Resultado: 9,52 HP, portanto será utilizado uma bomba submersa de 10,0 HP no ponto 115 cota 339,47.**

## ***2.4. Especificações das tubulações***

As tubulações apresentadas são regidas pelas normas técnicas Brasileiras (ver referências bibliográficas).

## ***2.5. Metodologia para a Determinação das Vazões de Projeto***

### **2.5.1. População atual (Po)**

A população atual será calculada pela equação a seguir.

$$P_o = N_e \times 4$$

Sendo:

$P_o$  = População atual, em habitantes

$N_e$  = N° de economias

4 (quatro) é o número médio de habitantes por economia

**Resultado: 455 habitantes.**

### 2.5.2. População de Projeto

A população de projeto será calculada utilizando-se a equação abaixo:

$$P_r = 2 * P_o$$

Sendo:

$P_r$  = População de projeto, em habitantes

$P_o$  = População atual, em habitantes

Esta equação tem o cuidado de calcular a população de projeto levando em conta um futuro crescimento populacional da localidade. Projeta-se um incremento na população de 100% sobre a população atual ( $P_o$ ).

**Resultado: 910 habitantes**

### 2.5.3. Consumo Médio “per capita”

As Normas técnicas para projeto, organizadas ou adotadas por entidades locais, estaduais ou regionais, geralmente apresentam, para cidades ou vilas com população

inferior a 50.000 habitantes, o valor de 150 litros/hab. dia (q1) como consumo médio “per capita”. E é este valor que adotamos neste projeto.

#### **2.5.4. Consumo Médio por Economia**

É o consumo médio de uma economia expressa em litros por dia.

O cálculo é feito da seguinte forma:

$$Cme = pc * 4$$

Sendo:

Cme = Consumo médio de uma economia

pc = consumo médio “per capita”, em litros/hab.dia

4 (quatro) é o número médio de habitantes por economia

**Resultado: 600 litros**

#### **2.5.5. Variação de Consumo**

A água distribuída para uma localidade não tem uma vazão constante, mesmo considerada invariável a população consumidora.

Devido a maior ou menor demanda em certas horas do período diário ou em certos dias ou épocas do ano, a vazão distribuída sofre variações mais ou menos apreciáveis. A vazão é influenciada, dentre outros motivos, pelos hábitos da população e condições climáticas.

Desta forma são acrescentados a fórmula os coeficientes do dia de maior consumo (k1) e hora de maior consumo (k2).

### 2.5.5.1. Variações Diárias

O volume distribuído num ano, dividido pro 365 permite a vazão média diária anual.

A relação entre o maior consumo diário verificado e a vazão média anual fornece o coeficiente do dia de maior consumo.

Assim:

$$K1 = \frac{\text{maior consumo diário no ano}}{\text{Vazão média diária no ano}}$$

Estudos realizados demonstraram que para dimensionamento de um sistema de abastecimento de água, o valor de K1 ficam compreendido entre 1,20 e 1,50.

No presente projeto, adotou-se o valor de K1 = 1,20.

### 2.5.5.2. Variações Horárias

Também no período de um dia há sensíveis variações na vazão de água distribuída a uma localidade, em função da maior ou menor demanda no tempo.

As horas de maior demanda situam-se em torno daquelas em que a população está habituada a tomar refeições, em consequência do uso mais acentuado de água na cozinha, antes e depois das mesmas.

O consumo mínimo verifica-se no período noturno, geralmente nas primeiras horas da madrugada.

A relação entre a maior vazão horária observada num dia e a vazão média horária do mesmo dia, define o coeficiente da hora de maior consumo.

Assim:

$$K2 = \frac{\text{maior vazão horária no dia}}{\text{Vazão média horária no dia}}$$

Observações realizadas em diversas cidades brasileiras demonstraram que seu valor também oscila, mas na maior parte ficando próximo de 1,50.

No presente projeto, adotou-se o valor de  $K_2 = 1,50$ .

### 2.5.6. Vazão Média de Consumo

Calculada pela equação abaixo.

$$VMC = (Pr * q_1) / 1000$$

Onde:

VMC = Vazão média de consumo, em  $m^3/dia$

Pr = População de projeto, em habitantes

$q_1$  = consumo médio “per capita” em litros/hab. dia

**Resultado = 16,8  $m^3/dia$**

### 2.5.7. Vazão Máxima Diária

Calculada pela equação abaixo.

$$VMD = [(Pr * q_1) / 1000] * k_1$$

Onde:

VMD = Vazão média diária, em  $m^3/dia$

Pr = População de projeto, em habitantes

$q_1$  = consumo médio “per capita”, em litros/hab. dia

$k_1$  = Coeficiente do dia de maior consumo

**Resultado = 163,8  $m^3/dia$**

### 2.5.8. Vazão Máxima Horária

Calculada pela equação abaixo:

$$VMH = [(Pr * q1) / (1000 * 24 )] * k2$$

Onde:

VMH = Vazão máxima horária, em m<sup>3</sup>/hora

Pr = População de projeto, em habitantes

q1 = Consumo médio “per capita”, em litros/hab. dia

k2 = Coeficiente da hora de maior consumo

**Resultado: 8,53 m<sup>3</sup>/hora**

### 2.5.9. Vazão Média por Economia

É calculado dividindo-se o consumo médio diário de cada economia por 24 horas (um dia). Esta vazão é expressa em Litros/hora.

$$VME = \frac{q1}{24}$$

Onde:

VME = Vazão média por economia, em Litros/hora

q1 = Consumo médio diário

**Resultado: 6,25 Litros/hora**

### 2.5.10. Vazão de Cálculo

Esta é a vazão utilizada nos cálculos para dimensionamento deste sistema de abastecimento de água.

É calculada da seguinte forma:

$$VC = [(Pr * q1) / 1000] * k1 * k2$$

Onde:

VC = Vazão de cálculo, em m<sup>3</sup>/dia

Pr = População de projeto, em habitantes

q1 = Consumo médio “per capita”, em litros/hab. dia

k1 = Coeficiente do dia de maior consumo

k2 = Coeficiente da hora de maior consumo

**Resultado: 245,7 m<sup>3</sup>/dia**

### 2.6. Cálculo do Volume do Reservatório

Para obter o Consumo Diário Máximo seguimos a seguinte fórmula:

$$CDM = k1 * k2 * q1 * Pr$$

Onde:

CDM = Consumo diário máximo, em litros/dia

k1 = Coeficiente do dia de maior consumo

k2 = Coeficiente da hora de maior consumo

q1 = consumo “per capita”

Pr = População de Projeto

**Resultado: 245.700 Litros/dia**

Pela falta da curva de variação de Consumo diário, o critério de volume adotado para o reservatório é de 1/3 do volume médio de consumo.

Calculado pela formula seguinte:

$$V = 1/3 * CDM$$

Sendo:

V = Volume do reservatório, em m<sup>3</sup>

CDM = Consumo Diário Máximo

**Resultado: 81,90 m<sup>3</sup>**

Adotaremos dois reservatório de 20 m<sup>3</sup>.

## **2.7. Observações**

Será de fundamental importância que todos os pontos consumidor, tenha um reservatório de uso próprio e que a linha dimensionada neste reservatório abasteça somente os pontos mencionados no projeto;

- Todas as tubulações que interligam pontos consumidores exclusivos serão de tubos PVC JS CL15 de 20 mm;

## **2.8. Golpe de Aríete**

Segundo Allievi:

Temos a seguinte fórmula:

$$C = \frac{9900}{\sqrt{(48,3 + K * D / e)}}$$

Onde:

C = Celeridade da onda, em m/s

D = Diâmetro dos tubos, em m

e = Espessura dos tubos, em m

k = Coeficiente que leva em conta os módulos de elasticidade do material

Fórmula de fechamento rápido:

$$h_a = \frac{C * v}{g}$$

h<sub>a</sub> = Sobrepressão ou acréscimo de pressão (m.c.a)

v = Velocidade média da água, em m/s

C = Celeridade, em m/s

g = gravidade

Tendo os seguintes dados: para tubo PEAD

Tabela de entrada dos Dados				Resultado
Ø externo do tubo (mm)	Espessura (mm)	k (tabela 1)	Classe	da Celeridade (m/s)
50	14	18	PN 16	870,63
C equivalente				870,63

Tabela 1				
Aço	Ferro Fundido	Concreto/Rpvc	Cimento Amianto	Plásticos
0,5	1	5	4,4	18

**Resultado:** O acréscimo será de 71,96 mca no extremo da linha.

### **3 Referências Bibliográficas**

- *Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT - NBR 12586 - Cadastro de sistema de abastecimento de água;*
- *Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT - NBR 12266 - Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana;*
- *Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT - NBR 591 - Projeto de adutora de água para abastecimento público;*
- *Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT - NBR 12217 - Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público;*
- *Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT - NBR 12214 - Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público;*
- *Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT - NBR 5648 - Sistema prediais de água fria - Tubos e conexões de PVC 6, 3, PN750KPa, com junta soldável - Requisitos;*
- *Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT - NBR 9822 - Execução de tubulações de PVC redigida para adutoras e rede de água;*
- *Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT - NBR 8417 - Sistema de ramais prediais de água - Tubos de Polietileno PE – Requisitos;*
- *Netto, José Martiniano de Azevedo – Manual de Hidráulica. Ed. 8ª. Editora Edgard Blücher Ltda. São Paulo – SP, 1998.*

## 4 - ANEXOS