

N. CLASS. M 628.7  
CUTTER F 383p  
ANO/EDIÇÃO 2 015

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS–UNIS/MG**

**ENGENHARIA CIVIL**

**ANDERSON TAVARES FERREIRA**

**PROPOSTA DE READEQUAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO  
DE ÁGUA DA CIDADE DE ELÓI MENDES - MG**

**Varginha- MG**

**2015**

**Grupo Educacional UNIS**

**ANDERSON TAVARES FERREIRA**

**PROPOSTA DE READEQUAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO  
DE ÁGUA DA CIDADE DE ELÓI MENDES - MG**

Trabalho Acadêmico apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas Gerais – UNIS/MG como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, sob orientação do Prof. Dr. Leopoldo Uberto Ribeiro Junior.

**Varginha- MG**

**2015**

**ANDERSON TAVARES FERREIRA**

**PROPOSTA DE READEQUAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO  
DE ÁGUA DA CIDADE DE ELÓI MENDES**

Trabalho Acadêmico apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas Gerais – UNIS/MG como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela banca examinadora composta pelos membros:

**Data da aprovação:** \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

**BANCA EXAMINADORA.**

---

**Prof. Dr. Leopoldo Uberto Ribeiro Junior. (ORIENTADOR)**

---

**Prof. Dr. Roberto Luiz Queiroz. (EXAMINADOR)**

---

**Prof. Armando Belato Pereira. (EXAMINADOR)**

## AGRADECIMENTO

Agradeço aos meus Pais, à minha esposa, aos colegas de faculdade e principalmente aos meus professores, que souberam exercer sua nobre função, com muita competência, contribuindo para a elaboração deste trabalho.

## RESUMO

O objetivo do presente trabalho será realizar um estudo de caso sobre o sistema de abastecimento público de água da cidade de Elói Mendes - MG, com propósito de identificar as causas dos racionamentos que acontecem em períodos de estiagem, prejudicando o fornecimento de água à população Eloiense. Para a realização desse estudo serão realizados procedimentos capazes de levantar a vazão disponível no manancial abastecedor, verificar os períodos em que acontecem as menores vazões, analisar se a estação de tratamento de água possui capacidade suficiente para atender a demanda exigida pela população atual, conferir se os reservatórios estão dimensionados de acordo com o estipulado em norma e levantar o índice de perdas do sistema. Os procedimentos serão realizados com objetivo de identificar e estudar as deficiências existentes nesse sistema. Com base nos estudos realizados, após intensas pesquisas, chega-se ao consenso que as opções para a solução dos demasiados problemas são: A construção de novos reservatórios com volume suficiente para atender a demanda de água exigida por um dia conforme estipulado em norma e a construção de uma barragem no curso d'água do Ribeirão da Onça, acima do ponto de captação no intuito de reservar água oriunda dos períodos chuvosos e assim controlar a vazão capaz de suprir a demanda necessária para o correto abastecimento de água da cidade de Elói Mendes.

**Palavras-chaves:** Abastecimento de água, Períodos de estiagem, Reservatório.

## **ABSTRACT**

*The objective of this work will be a case study on the public drinking water system of the city of Eloi Mendes - MG, with the purpose of identifying the causes of the shortages that occur in periods of drought, affecting the water supply to the Eloiense population. To conduct this study will be performed procedures able to measure the flow rate available in the supplying source, checking the periods in which happen the lower flows, analyzing if the water treatment plant has sufficient capacity to meet the demand required by the current population, verifying if the shells are sized according to the provisions in standard, and check the system loss rate. The procedures will be performed in order to identify and study the deficiencies in that system. Based on studies conducted after intensive research, arrive at a consensus that the options to solve too many problems are: The construction of new reservoirs with sufficient volume to meet the required water demand for a day, as stipulated in rule the construction of a dam on the stream of Ribeirão da Onca, above the pickup point in order to reserve water coming from rainy periods and thus control the flow capable of supplying the necessary demand for the correct water supply of the city of Eloi Mendes.*

**Keywords:** *water supply, periods of drought, reservoir.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 Estação de Tratamento de Água – ETA.....	18
Figura 02 Tipos de Redes de Distribuição .....	21
Figura 03. Esquema de demarcação para a área de monitoramento.....	25
Figura 04. Esquema de demarcação da área para o monitoramento .....	25
Figura 05. Ponto de captação.....	27
Figura 06 Ponto de Captação devidamente protegido .....	27
Figura 07 Sistema elevatório de água bruta .....	28
Figura 08 Ponto de medição da vazão .....	29
Figura 09 Posto Fluviométrico .....	32
Figura 10 Série histórica de vazão.....	32
Figura 11 Entrada do sistema de tratamento, Calha Parshall .....	34
Figura 12 Floculadores .....	35
Figura 13 Decantadores e filtros.....	35
Figura 14 Reservatório de distribuição da ETA .....	36
Figura 15 Reservatório elevado utilizado na limpeza de filtros e decantadores .....	37
Figura 16 Número de ligações existentes .....	38
Figura 17 Localização do reservatório no Bairro Rosário.....	41
Figura 18 Localização do reservatório na Praça do Triângulo .....	43
Figura 19 Localização do reservatório no Bairro São Cristovão.....	45
Figura 20 Posto Fluviométrico .....	47
Figura 21 Vazões médias mensais e máximas anuais .....	48
Figura 22 Cálculo do volume do reservatório .....	49
Figura 23 Volume do reservatório.....	50
Figura 24 Projeção da área alagada .....	51
Figura 25 Características da barragem de terra .....	51
Figura 26 Características do sistema extravasor.....	53

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT- Associação Brasileira Normas Técnicas

ANA- Agência Nacional das Águas

CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente

CREA- Conselho Regional de Engenharia Arquitetura e Agronomia

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

IGAM- Instituto Mineiro de Gestão das Águas

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

SAAE- Serviço Autônomo de Água e Esgoto



## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	11
2. OBJETIVO GERAL .....	12
2.1 Objetivo específico .....	12
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	13
3.1 Captação .....	15
3.2 Adução e subadução .....	16
3.3 Tratamento da água .....	16
3.4 Reservação.....	18
3.5 Redes de distribuição.....	20
3.6 Pequenas barragens.....	21
3.6.1 Trâmites legais.....	22
4. METODOLOGIA .....	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	27
5.1 Caracterização do ponto de captação.....	27
5.2 Levantamento da vazão disponível no Ribeirão da Onça.....	28
5.2.1 Método do Flutuador .....	28
5.2.2 Cálculo do tempo médio.....	29
5.2.3 Cálculo da área média.....	29
5.2.4 Cálculo da vazão.....	30
5.3 Caracterização da Estação de Tratamento de Água.....	34
5.4 Capacidade de armazenamento dos reservatórios de distribuição.....	36
5.4.1 Cálculo do volume de reservação estimado .....	37
5.5 Números de ligações existentes na rede de distribuição .....	38
5.6 Relação entre o volume demandado e volume tratado .....	38
5.6.1 Estimativa de consumo.....	39
5.7 Análise do índice de perdas no sistema de abastecimento .....	39

5.9 Construção de reservatórios.....	40
5.9.1 Reservatório do Bairro Rosário .....	41
5.9.2 Reservatório da Praça do Triângulo .....	43
5.9.3 Reservatório do Bairro São Cristovão .....	45
5.10 Construção da Barragem .....	47
5.10.1 Estudos hidrológicos.....	47
5.10.2 Dados do posto fluviométrico mais próximo .....	47
5.10.3 Vazão média mensal e vazão máxima anual .....	48
5.10.4 Cálculo do volume do reservatório.....	48
5.10.5 Área alagada .....	50
5.10.6 Características da barragem.....	51
5.10.7 Cálculo do vertedouro .....	52
5.10.8 Sistema extravasor.....	52
6. CONCLUSÃO .....	55
REFERÊNCIAS .....	56

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial à manutenção da vida e do meio ambiente, é responsável por uma infinidade de benefícios desfrutados pelos seres humanos.

O Brasil é um país privilegiado por possuir água doce em abundância, entretanto a gestão hídrica se tornou motivo de preocupação por todos, com o crescimento populacional desordenado e conseqüentemente de suas atividades a água deixou de ser um recurso inesgotável.

A falta de água já é uma realidade vivenciada em algumas regiões brasileiras onde não havia relatos desse fenômeno até poucos anos atrás, isso se deu pela concentração demográfica, crescimento desordenado e a falta de conscientização da população, no intuito de preservar os mananciais e fazer o uso moderado dos recursos naturais, resultando em diversos problemas relacionados à falta de água, principalmente na incidência de doenças, na redução da qualidade de vida, na retração das atividades industriais comerciais e crescimento econômico.

A realidade não é diferente no município de Elói Mendes, há alguns anos a cidade vem passando por problemas relacionados a deficiências no sistema de abastecimento público de água. Este problema se agrava em períodos de estiagem, onde há uma redução considerável na vazão do córrego que abastece a cidade.

O presente trabalho visa analisar todos os parâmetros estudados sobre os problemas existentes no sistema de abastecimento público de água da cidade de Elói Mendes - MG, e através destas análises elaborar soluções técnicas capazes de resolver estes problemas, e assim minimizar os transtornos gerados pela falta de água, que atinge a população Elóiense basicamente todos os anos em períodos de estiagem.

## **2. OBJETIVO GERAL**

Identificar as principais causas para os problemas existentes no sistema de abastecimento público de água na cidade de Elói Mendes – MG e elaborar soluções técnicas capazes de resolver esses problemas.

### **2.1 Objetivo específico**

- Caracterização do ponto de captação;
- Levantamento da vazão disponível no Ribeirão da Onça;
- Caracterização da Estação de Tratamento de Água;
- Capacidade de armazenamento dos reservatórios;
- Números de ligações existentes na rede de distribuição;
- Relação entre o volume demandado e volume tratado;
- Análise do índice de perdas no sistema de abastecimento;
- Análise geral entre volume captado e vazão disponível no ponto de captação;
- Construção de novos reservatórios;
- Construção de uma barragem de terra, próximo ao ponto de captação.

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

Segundo (Azevedo Netto *et al.*, 2012) abastecimento de água é definido como um conjunto de obras, equipamentos e serviços destinados a fornecer água potável a uma comunidade para fins de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outras atividades necessárias para melhorar o conforto da população. A água fornecida pelo sistema deverá ser em quantidade suficiente para atender as necessidades e da melhor qualidade, do ponto de vista físico, químico e bacteriológico.

De acordo com a NBR 12213 (1992) para a elaboração de um projeto de captação de água em mananciais superficiais é necessário fazer uma análise minuciosa das condições locais onde será implantada a obra projetada, esta análise inclui estudos de concepção elaborados conforme a NBR 12211 (1992), levantamento planialtimétrico, batimétrico atual e de épocas anteriores, estudos geotécnicos, levantar dados fluviométricos do curso d'água a ser aproveitado no intuito de chegar a resultados que mostram as oscilações do nível de água nos períodos de estiagem e de enchentes e também analisar as características físicas, químicas e bacteriológicas da água a ser aproveitada, destacando a importância de identificar os eventuais focos poluidores ou contaminantes existentes a montante do local de captação, deverá ser coletada amostra da água a ser captada para exames em laboratório e somente após o balanço de todos os aspectos referentes a este local deve-se tomar a decisão de implantar o sistema de captação.

Uma das fases que antecede a elaboração de um projeto de captação de água em mananciais superficiais é o levantamento da vazão disponível, com o objetivo de verificar se esta vazão é suficiente para atender a demanda exigida, um dos métodos utilizados para esta finalidade é o “Método do Flutuador”, segundo a metodologia utilizada pela Embrapa (2007) este método pode ser executado da seguinte maneira:

- Selecionar um trecho do rio onde não contenha curvas, com no mínimo 15 cm de profundidade e não possua área de águas paradas, o comprimento deste trecho será representado pela letra (L) na fórmula utilizada. Este comprimento deve ser medido e demarcado com estacas e cordas fixadas de uma margem a outra na parte superior e inferior do trecho.
- Em seguida executar o levantamento da área média do trecho do rio, representado na fórmula pela letra (A), esta área é o produto da largura do rio pela média da profundidade do mesmo.

- Para calcular a profundidade média de cada seção, marque em intervalos iguais a seção do rio, meça a profundidade em cada intervalo e divida o total das medições pelo número de intervalos mais 1 (soma-se 1 ao cálculo da média pela necessidade de se considerar a profundidade zero), some a área da seção superior e inferior e divida esta soma por dois para encontrar a área média do trecho.
- A determinação da largura é geralmente feita com auxílio de uma trena esticada de uma margem a outra para cada seção, após esta medição faça multiplicação de sua largura pela média das profundidades encontrada.
- O tempo de percurso do flutuador, representado pela letra (T) é obtido com auxílio de um cronômetro, contabilizando o tempo gasto pelo flutuador para se deslocar da seção superior demarcada até a seção inferior, este procedimento deve ser feito no mínimo por três vezes, o resultado do tempo será a média do número de repetições.
- Na formula utilizada para determinação da vazão deve ser acrescido um fator de correção, representado pela letra (C), a utilização deste fator se faz necessário pelo fato da água se deslocar mais rapidamente na superfície do que na porção do fundo do rio.
- A vazão é determinada através da seguinte formula:

$$\text{Vazão} = \frac{(L \times A_m \times C)}{T_m} = m^3/s$$

Onde:

L = Comprimento do trecho demarcado (m)

A<sub>m</sub> = Área média da seção medida (m<sup>2</sup>)

C = Fator de correção para córregos de fundo barrento

T<sub>m</sub> = Média dos tempos gasto pelo flutuador para realizar o percurso demarcado (s)

Outro método utilizado para se chegar a vazão disponível no ponto onde se almeja construir um sistema de captação é o levantamento da série histórica de vazões, mas grande parte dos rios e córregos de pequeno porte não possuem postos fluviométricos onde é feito este levantamento, daí surge à necessidade de se fazer o levantamento desses dados através de um procedimento conhecido como Regionalização Hidrológica, que consiste na localização de um posto fluviométrico próximo do local e com a obtenção da série histórica de vazão deste ponto contidas em Hidroweb (2015), é feito uma média da vazão disponível por km<sup>2</sup>, e

após este procedimento multiplica-se este índice pela área da bacia contribuinte do futuro ponto de captação, chegando-se a um valor aproximado das vazões disponíveis naquele ponto ao longo do ano.

Destaca (Azevedo Netto *et al.*, 2012) que um sistema de abastecimento público por recalque, contem as seguintes características: Captação, adução de água bruta, tratamento, reservação, rede de distribuição e ligações domiciliares.

### 3.1 Captação

Para (Azevedo Netto *et al.*, 2012) o funcionamento dessa fase é essencial para o bom desempenho do sistema de abastecimento, de um modo geral, os elementos que compõem essa fase são:

- Barragem de acumulação ou de manutenção de nível (quando necessário) com propósito de complementar a vazão em época de estiagem ou facilitar a retirada da água.
- Dispositivo de tomada de água devidamente protegido por grades ou outro mecanismo capaz de impedir a entrada de matérias em suspensão na água.
- Mecanismo de controle de entrada da água.
- Tubulações e órgãos acessórios.
- Poço de sucção das bombas.
- Casa de bombas, para alojamento dos conjuntos elevatórios.

O Ministério da Saúde (2006) destaca os principais aspectos para a correta manutenção do ponto de captação:

- Deve-se providenciar a outorga do direito de uso da água.
- A área de captação deve ser devidamente protegida, limpa, gramada, arborizada e mantida com aparência agradável.
- Deve-se cuidar da adequada e permanente conservação das suas vias de acesso.
- Deve-se ter à disposição, em local protegido e de fácil e rápido acesso, ferramentas e materiais que permitam a eficiente operação, manutenção e execução de reparos na tomada de água.
- Devem-se limpar e desinfetar as instalações de tomada de água após qualquer atividade de construção, de reparos ou manutenção.

### 3.2 Adução e subadução

Segundo (Azevedo Netto *et al.*, 2012) adutora é denominada como sendo, canalizações principais destinadas a transportar água entre um sistema público de abastecimento que antecede a rede de distribuição. Elas interligam o ponto de captação à estação de tratamento (água bruta) e esta aos reservatórios de um mesmo sistema (água tratada).

Subadutoras são canalizações secundárias que derivam de adutoras no intuito de abastecer algum ponto específico, ou tubulações utilizadas para transportar água de um reservatório a outro.

(Azevedo Netto *et al.*, 2012) recomenda uma análise criteriosa em relação ao traçado das adutoras a ser estipulado em projeto a fim de, verificar a correta colocação de órgãos acessórios (válvulas de parada, válvulas de descarga e ventosas), assim como ancoragem nos pontos onde ocorrem esforços que possam causar o deslocamento das peças.

O Ministério da Saúde (2006) recomenda alguns critérios operacionais com propósito de garantir uma boa qualidade da água transportada:

- Evitar que as tubulações se esvaziem, uma vez que isto ocorre pode haver contaminação da água.
- Instalar válvulas de descarga e ventosas que possibilitem a limpeza e evitem pressão negativa no interior da tubulação evitando a sucção de água de qualidade inferior.
- Dar a correta manutenção às estruturas que sustentam a tubulação, manter a vegetação destinada a evitar erosão do terreno e as valetas destinadas a desviar enxurradas.
- Fiscalizar com atenção as travessias, que podem propiciar a retirada clandestina de água, com conseqüente contaminação da água transportada pela adutora, assim como acidentes de colapso do trecho.
- Evitar ocupação e construções onde passa as tubulações.

### 3.3 Tratamento da água

(Azevedo Netto *et al.*, 2012) destaca o tratamento da água como sendo à fase do sistema de abastecimento público necessária para corrigir eventuais características física, química e bacteriológica contida na água do manancial fornecedor, visando fornecer a comunidade água potável de boa qualidade para a alimentação e outros usos. Através de exames laboratoriais frequentes são determinadas às necessidades de correção dessa água,



este processo é imprescindível à obtenção da qualidade necessária para o abastecimento público.

Segundo (Azevedo Netto *et al.*, 2012) as fases que compõem o tratamento da água são: (coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção)

- Coagulação: Antes de entrar no coagulador a água recebe a adição de um produto para a regularização do PH da água e recebe também um coagulante, em seguida entra no coagulador passando por uma agitação violenta da água deixando as partículas de sujeira eletricamente desestabilizadas facilitando o agrupamento das partículas.
- Floculação: Após a coagulação, a água entra no floculador, elemento que pode ser mecanizados ou hidráulicos, a água passa por uma agitação lenta que possibilita a formação de flocos derivados das partículas.
- Decantação: Nesta etapa é feita uma separação dinâmica das partículas suspensas, sendo mais pesadas que a água estas partículas sedimentam-se no fundo de grandes tanques, esta água já livre dessas partículas e escoada por um vertedor superficial.
- Filtração: Consiste em fazer a água atravessar camadas porosas capazes de reter impurezas, o material filtrante utilizado pode possuir diferentes características empregadas de acordo com o tipo de água, podendo ser areia, brita carvão duro etc.
- Desinfecção: Esta fase é obrigatória em qualquer sistema de abastecimento público, podendo ser do caráter corretivo ou preventivo, somente um processo de desinfecção bem controlado e capaz de garantir a qualidade da água do ponto de vista de saúde pública. O produto normalmente utilizado nesta fase é o cloro, mas existem outros produtos eficazes que fazem a mesma função, também é adicionada a água uma dose de flúor visando à prevenção de cáries na população.

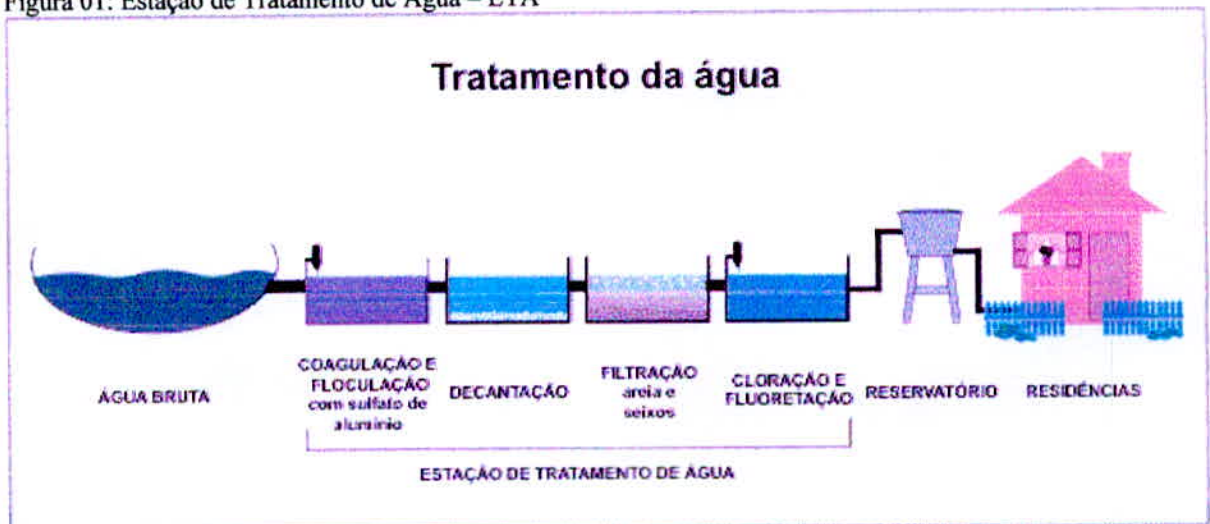
A NBR 12216 (1992) pressupõe os seguintes parâmetros necessários para a elaboração do projeto para uma estação de tratamento de água:

- Capacidade nominal;
- Definição das etapas de construção;
- Localização e definição da área necessária para sua implantação;
- Levantamento planialtimétrico e cadastral da área de implantação;
- Execução de sondagens de reconhecimento do subsolo da área de implantação;
- Manancial abastecedor e características da água;

- Sistema de captação e adução, desde o manancial até a estação de tratamento de água;
- Sistema de adução de água tratada;
- Cotas impostas pelo sistema de abastecimento de água;
- Corpos receptores para descarga da estação de tratamento de água;
- Elaboração do memorial descritivo e justificativo;
- Elaboração das listas de materiais e equipamentos;
- Elaboração do orçamento;
- Elaboração do manual de operação e manutenção.

A figura 01 demonstra a sequência que normalmente é utilizada em estações de tratamento de águas para tratar águas oriundas de mananciais superficiais:

Figura 01: Estação de Tratamento de Água – ETA



Fonte: O2 Engenharia (2012)

### 3.4 Reservação

Segundo (Azevedo Netto *et al.*, 2012) reservatórios são unidades destinadas a compensar as variações horárias da vazão. Estes podem ser de vários tipos, classificados de acordo com sua configuração e sua posição em relação à rede.

- Enterrados, semi-enterrados, apoiados ou elevados;
- De montante ou de jusante.

Os materiais normalmente empregados na sua construção, em função das suas características básicas, são de alvenaria de pedra, concreto armado, chapa metálica, e materiais especiais como fibra de vidro. Estes reservatórios são dimensionados de forma a atender as seguintes condições:

- Funcionar como volantes da distribuição, atendendo as variações horárias;
- Prover uma reserva de água para o controle de incêndio;
- Manter uma reserva para atender as condições de emergência.

O Ministério da Saúde (2006) destaca as principais características de um reservatório no intuito de manter seu correto funcionamento.

- Os reservatórios de distribuição devem ser dotados de tubulações e válvulas adequadas para seu controle, a fim de evitar perdas e possibilitar a extravasão da água em situações de emergência e o seu esvaziamento para limpeza e manutenção.
- Os reservatórios devem possuir dispositivos de ventilação devidamente protegidos para evitar a entrada de insetos e roedores e ainda ações de vândalos que possam comprometer a qualidade da água. A área de ventilação deve ser igual ou maior que os tubos de entrada, uma vez que os reservatórios de distribuição não são dimensionados para suportar os esforços da subpressão decorrente da ventilação insuficiente.
- Lavar e desinfetar os reservatórios periodicamente, principalmente após obras de construção e reparos.
- Manter áreas em torno de reservatórios devidamente limpas e protegidas a fim de assegurar a qualidade da água.

A NBR 12217(1994) determina que, o volume dos reservatórios de distribuição devem ser o suficiente para atender as variações diárias de consumo, os dados de consumo devem ser avaliados através de valores de consumos diários e do regime previsto de alimentação do reservatório, aplicando-se o fator de correção 1,2 ao volume assim calculado, para levar em conta incertezas dos dados utilizados.

### 3.5 Redes de distribuição

Segundo (Azevedo Netto *et al.*, 2012) redes de distribuição são unidades do sistema que conduz a água para os pontos de consumo. É constituída por um conjunto de tubulações e peças especiais dispostas convenientemente, a fim de garantir o abastecimento dos consumidores de forma contínua nas quantidades e pressão recomendada, podendo ser dividida por zonas de pressão, com reservatórios próprios ou simplesmente, válvulas de redução de pressão.

Os condutores formadores da rede de distribuição podem ser classificados como:

- Conduitos principais;
- Conduitos secundários.

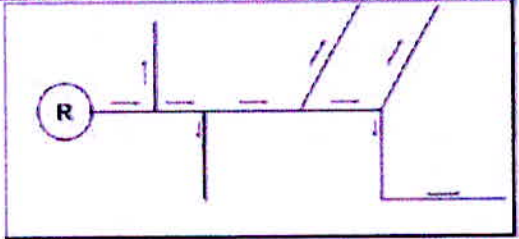
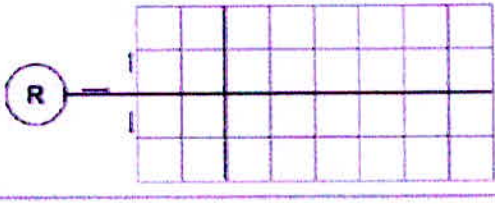
(Azevedo Netto *et al* 2012) caracteriza como condutos principais os condutos de maior diâmetro, responsáveis pela alimentação de condutos secundários e condutos secundários os de menor diâmetro, que são encarregados pelo abastecimento direto das edificações a serem atendidos pelo sistema.

O Ministério da Saúde (2006) caracteriza as redes de distribuição, podendo ser do tipo ramificada, malhada ou mista.

- Ramificadas são redes que possuem uma tubulação tronco alimentada por um reservatório ou estação elevatória que faz a distribuição direta para os condutos secundários. Um acidente em algum ponto da tubulação compromete todo o sistema, portanto este tipo de rede é recomendado somente quando a topografia do terreno não permite a implantação da rede malhada.
- Malhadas são redes constituídas por tubulações principais capaz de abastecer qualquer ponto do sistema por mais de um caminho, proporcionando a manutenção da rede com o mínimo de interrupção no abastecimento de água.
- Mistadas são redes formadas pelos dois sistemas anteriores implantadas para atenderem as necessidades impostas pela topografia do terreno.

A figura 02 apresenta uma breve descrição em relação ao traçado das tubulações existentes em redes ramificadas e malhadas:

Figura 02: Tipos de Redes de Distribuição

<p><b>Rede ramificada</b></p>	<p>Consiste em uma tubulação principal, da qual partem tubulações secundárias. Tem o inconveniente de ser alimentada por um só ponto.</p>	
<p><b>Rede malhada</b></p>	<p>Da tubulação principal partem tubulações secundárias que se intercomunicam, evitando extremidades mortas.</p>	

Fonte: O2 Engenharia (2015)

### 3.6 Pequenas barragens

Segundo Atlas (2011) o barramento de cursos d'água, para formações de lagos artificiais constitui uma das mais antigas técnicas de aumentar as disponibilidades hídricas para atender a demanda de água exigida pela sociedade. São dotadas de mecanismos de controle com a finalidade de obter a elevação do nível de água criando um reservatório de acumulação de água ou de regularização de vazão.

O projeto de uma barragem requer fundamentalmente a análise e aplicações corretas de diversos itens relevantes relacionados à segurança de uma barragem como:

- Questões sobre métodos construtivos, cálculos estruturais, estabilidade, geotecnia, percolação, extravasadores devem ser executados sob a responsabilidade de profissionais devidamente habilitados no CREA (Conselho Regional de Engenharia Arquitetura e Agronomia), uma vez que barramentos no curso d'água, mesmo sendo de pequeno porte podem causar desastres devastadores.
- Estudos hidrológicos desenvolvidos na bacia hidrológica em estudo com intuito de determinar, a vazão máxima de cheia e o volume de armazenamento necessário à regularização da vazão.
- Estudos hidráulicos utilizados principalmente no dimensionamento do sistema extravasor (eliminação do excesso de água e dissipador de energia), desarenador (eliminação do material sedimentado e ou esvaziamento do reservatório) e tomada de água (estrutura para captação da água represada).

### 3.6.1 Trâmites legais

De acordo com Atlas (2011) a construção de uma pequena barragem só poderá ser viabilizada depois de passar por processos normativos e legislativos especificados na lei do Direito da Água do Brasil, denominada pelo Código das Águas decreto número 24.643, de 10 de junho de 1934, onde foi modificada em vários aspectos, dando lugar à Lei Federal 9.433 de 08 de janeiro de 1997, denominada Política Nacional de Recursos Hídricos.

Alguns fundamentos norteadores da lei 9.433 são:

- A água é um bem de domínio público.
- A água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico.
- Em situação de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e de animais.
- A gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas.
- A bacia hidrográfica é uma unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
- A gestão hídrica deve ser descentralizada e contar com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades.

Alguns objetivos essenciais da lei 9.433:

- Assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos.
- Uso racional e integrado dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável.
- A prevenção e a defesa contra eventos do uso inadequado dos recursos naturais.

O primeiro procedimento a ser realizado frente à construção de uma pequena barragem e o pedido de Outorga que se define como sendo um ato administrativo, mediante o qual o poder público outorgante, (União, Estados ou Distrito Federal) faculta ao outorgado o uso do recurso hídrico, por prazo determinado, geralmente cinco anos para caso de captação de

irrigação, nos termos e nas condições expressas no respectivo ato, o referido ato é publicado no Diário Oficial da União, ou nos Diários oficiais dos Estados e Distrito Federal, onde o usuário é identificado, caracterizado a localização geográfica do ponto de captação, as características técnicas e as condicionantes legais do uso das águas que ele está autorizado realizar.

A solicitação da outorga deverá ser feita junto a Agencia Nacional de Águas (ANA), para caso de corpos d'água de domínio da União, no caso de corpos d'água de domínio dos Estados e do Distrito Federal, a solicitação deverá ser feita junto às entidades outorgantes das respectivas unidades federativas, no caso do Estado de Minas Gerais é o Instituto Mineiro de Gestão de Águas (IGAM).

Estão sujeitos à outorga, pelo poder público, os direitos dos seguintes usos dos recursos hídricos:

- Derivação ou captação de parcela da água existente em corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo.
- Extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo produtivo.
- Lançamentos em corpos d'água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final.
- Uso de recursos hídricos para fins de aproveitamento dos potenciais hidrelétricos.
- Outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo d'água.

Independem de outorga, os seguintes usos:

- O uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, distribuídos no meio rural.
- Em derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes.
- As acumulações de volumes de água consideradas insignificantes.

Para solicitação de outorga, o usuário deverá preencher formulários correspondentes ao uso pretendido, anexando documentação necessária, bem como um relatório técnico que demonstre as condicionantes do pedido, esse documento deve ser encaminhado à entidade outorgante.

#### 4. METODOLOGIA

O presente trabalho tem como propósito, identificar os principais problemas existentes no sistema de abastecimento público de água da cidade de Elói Mendes - MG, e através dos estudos, desenvolver técnicas capazes de sanar os problemas existentes. A cidade está situada na mesorregião Sul/Sudoeste de Minas Gerais, tendo como coordenadas geográficas 21° 36' 37" de latitude sul e 45° 33' 56" de longitude oeste, distando 328 km da capital do estado (Belo Horizonte), Elói Mendes possui uma população de 27.019 habitantes segundo projeção do Censo (2010) fornecida pelo IBGE (2015).

Os procedimentos metodológicos para cumprimento dos objetivos propostos nesse trabalho foram divididos nas seguintes etapas:

Todo o estudo teve início com um levantamento bibliográfico em livros, artigos e periódicos que envolvem os conceitos de um sistema de abastecimento público de água, no intuito de buscar o conhecimento de todas as etapas existentes nos processos de captação, tratamento e distribuição da água.

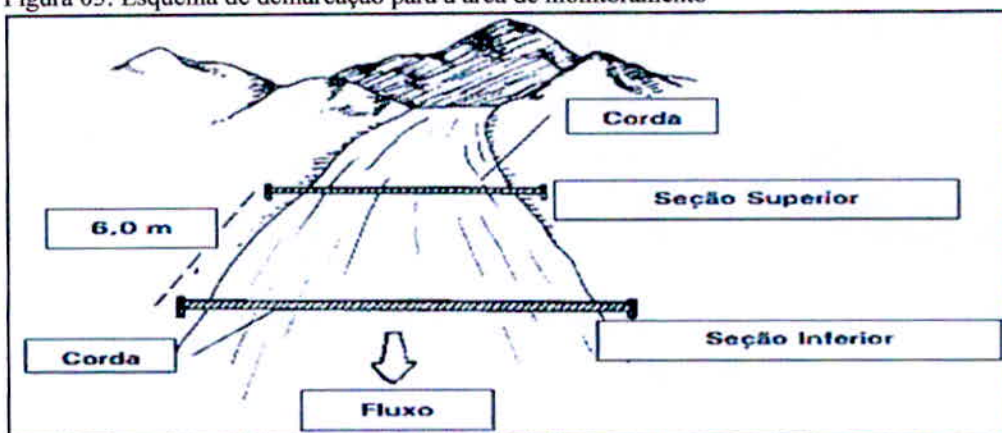
No passo seguinte foram feitas várias visitas à ETA (Estação de Tratamento de Água), abastecida pelo Ribeirão da Onça e administrada pela concessionária SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto) localizada as margens da rodovia BR-491, KM 222, no intuito de conhecer e caracterizar todas as fases e componentes que envolvem o sistema de abastecimento de água da cidade de Elói Mendes - MG.

Durante uma das visitas feitas à ETA (Estação de Tratamento de Água), foi realizado no ponto de captação um ensaio para determinar a vazão disponível no córrego onde é feita a captação, uma vez que a concessionária responsável, SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto) de Elói Mendes não possui nenhum dispositivo de medição. O método utilizado para este fim foi o Método do Flutuador, seguindo a metodologia experimental de acordo com a Embrapa (2007), que consiste em determinar a velocidade, utilizando-se um objeto flutuador para o registro do tempo de deslocamento entre a seção de montante e a seção de jusante.

A área escolhida para medição da vazão fica localizada abaixo do ponto de captação, devido ao fato de existir uma represa neste ponto, impossibilitando a determinação da velocidade de escoamento. Após a escolha do trecho, foram fixadas estacas para demarcação das seções transversais com linhas esticadas entre as duas margens para a seção superior e para seção inferior conforme o esquema da figura 03.



Figura 03: Esquema de demarcação para a área de monitoramento

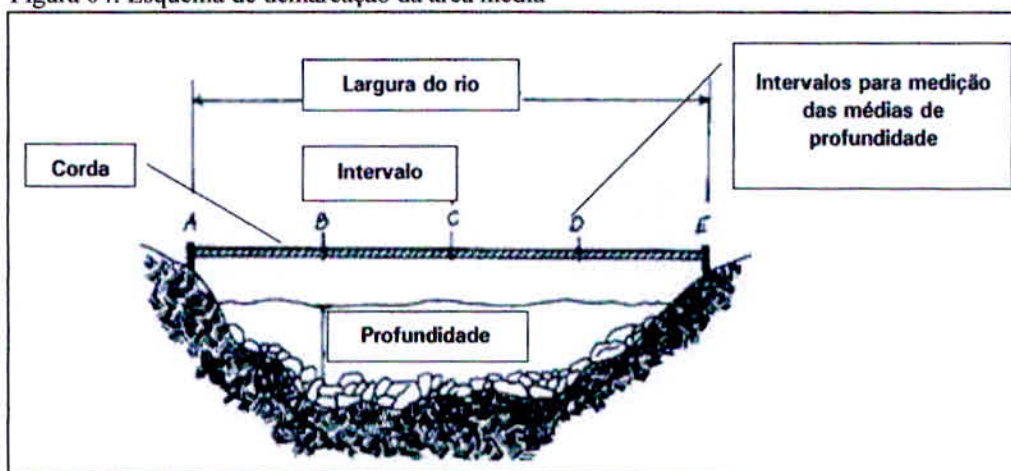


Fonte: Embrapa (2007)

A velocidade superficial foi obtida, mediante a relação do espaço percorrido pelo flutuador, pelo tempo de percurso.

A área média foi determinada por meio de medição da largura do ribeirão na seção superior e inferior e do perfil de profundidade do mesmo com o auxílio de uma trena conforme o esquema da figura 04.

Figura 04: Esquema de demarcação da área média



Fonte: Embrapa (2007)

O valor estimado de velocidade média de escoamento da água do ribeirão, multiplicado pela área média da seção transversal e pelo fator de correção, permitiu calcular a vazão média instantânea do curso de água que não foi utilizada pela concessionária.

Em seguida foi realizada uma visita ao escritório da concessionária responsável, localizado na Rua Sagrados corações, nº 148- Centro de Elói Mendes - MG, no intuito de buscar informações do trato administrativo capaz de fornecer informações como: números de

ligações, números de habitantes, consumo médio, tipo de rede utilizada, vazão tratada, índice de perdas, vazão contabilizada e outras.

No final foi feito uma análise criteriosa entre todos os componentes que agregam o sistema de abastecimento de água da cidade de Elói Mendes – MG, visando identificar os principais problemas existentes neste sistema.

Na fase seguinte, após análise dos problemas existentes no sistema de abastecimento público de água da cidade de Elói Mendes foi desenvolvido um projetos para a construção de novos reservatórios em pontos estratégicos da cidade afim de regularizar o volume reservado, uma vez que comprovado que este é insuficiente para atender a demanda exigida por um dia, conforme critério estipulado em norma, também foi desenvolvido um projeto para a construção de uma barragem no curso d'água do Ribeirão da Onça localizada acima do ponto de captação de água, com intuito de reservar a água oriunda dos períodos chuvosos e assim regular o fluxo necessário para o correto abastecimento da cidade de Elói Mendes, uma vez comprovado que em períodos de estiagem geralmente concentrados nos meses de Agosto, Setembro e Outubro a vazão disponível no Ribeirão da Onça é insuficiente para suprir a demanda de água exigida para abastecer a cidade de Elói Mendes.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Caracterização do ponto de captação

A retirada de água está devidamente licenciada através de uma outorga, que dá a concessionária o direito de uso da água. O ponto de captação fica localizado próximo a ETA (Estação de Tratamento de Água), no local houve a necessidade de construir uma barragem de manutenção de nível, com o propósito de facilitar a retirada de água (Figura 05).

Figura 05: Ponto de captação



Fonte: O autor

O ponto de tomada de água é devidamente protegido por grades que impedem a entrada de matérias em suspensão através de uma tubulação de concreto com 400 mm de diâmetro e cerca de 60 metros de comprimento, a água caminha em queda natural do ponto de captação até o poço de sucção, (Figura 06).

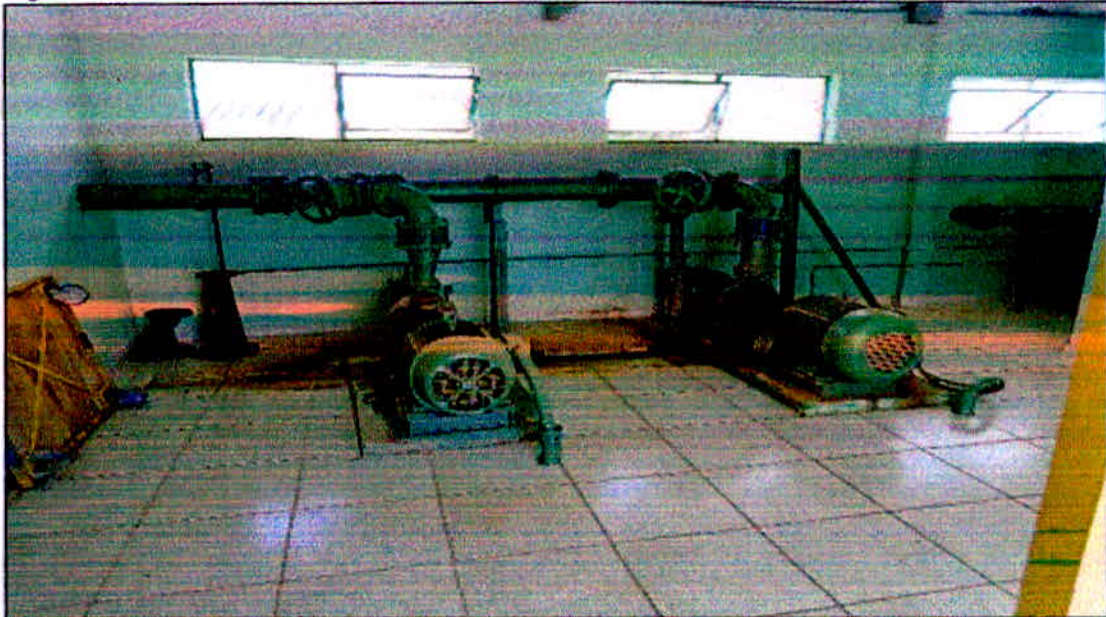
Figura 06: Ponto de Captação devidamente protegido



Fonte: O autor

O bombeamento de água bruta para o sistema de tratamento é executado através de um conjunto formado por duas moto-bombas, com potência de 75 (cavalos) cada e capacidade de bombear 75 (litros/segundo) cada, sendo que permanece somente uma em funcionamento, enquanto a outra é utilizada somente em caso de pane ou manutenção da que está em atividade (Figura 07).

Figura 07: Sistema elevatório de água bruta



Fonte: O autor

## 5.2 Levantamento da vazão disponível no Ribeirão da Onça

### 5.2.1 Método do Flutuador

Pelo fato da concessionária responsável SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto) não possuir nenhum dispositivo capaz de fornecer a vazão disponível no Ribeirão da Onça, durante a execução do presente trabalho houve a necessidade de se fazer esta medição. O procedimento foi realizado no dia 13/04/2015 utilizando o Método do Flutuador, seguindo a metodologia experimental exibida pela Embrapa (2007), após a escolha do trecho exibido na (Figura 8), foram fixadas estacas para demarcação das seções transversais com linhas esticadas entre as duas margens para a seção superior e para seção inferior, foi utilizando uma garrafa pet como flutuador observando o tempo de deslocamento entre a seção de montante e a seção de jusante, este processo foi realizado por três vezes, fazendo a média do tempo gasto pelo flutuador para percorrer a distância demarcada.

Figura 08: Ponto de medição da vazão



Fonte: O autor

### 5.2.2 Cálculo do tempo médio

$$T_m = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3}$$

Onde:

$T_m$  = Média dos tempos gasto pelo flutuador para realizar o percurso de 6 metros

$$T_m = \frac{17 + 18 + 18}{3} = 17,66 \text{ s}$$

### 5.2.3 Cálculo da área média

A área média do trecho é resultado da soma da área da seção superior com a área da seção inferior dividido por dois, (Esquema de medição exibido na figura 4).

#### Seção superior

Largura entre as margens = 125 cm

Profundidade:

Trecho A-B = 6 cm

Trecho B-C = 20 cm

Trecho C-D = 22 cm

Trecho D-E = 7 cm

Total = 55 cm

Média =  $55/5 = 11$  cm

Área média da seção superior =  $125 \times 11 = 1375 \text{ cm}^2$  ou  $0,1375 \text{ m}^2$

### Seção inferior

Largura entre as margens = 133 cm

Profundidade:

Trecho A-B = 5 cm

Trecho B-C = 18 cm

Trecho C-D = 19 cm

Trecho D-E = 9 cm

Total = 51 cm

Média =  $51/5 = 10,2$  cm

Área média da seção superior =  $133 \times 10,2 = 1356,60 \text{ cm}^2$  ou  $0,13566 \text{ m}^2$

Área média do trecho do Ribeirão

$$A_m = \frac{0,1375 + 0,13566}{2} = 0,13658 \text{ m}^2$$

### 5.2.4 Cálculo da vazão

O valor estimado de velocidade média de escoamento da água do ribeirão, multiplicado pela área da seção transversal e pelo fator de correção, permitiu calcular a vazão média instantânea do curso de água que não foi utilizada pela concessionária.

$$\text{Vazão} = \frac{A_m \times L \times C}{T_m} = \text{m}^3/\text{s}$$

Onde:

$A_m = 0,13658 \text{ m}^2$  (Área média da seção medida)

$L = 6,00 \text{ m}$  (Comprimento do trecho demarcado)

$C = 0,90$  (fator de correção para córregos de fundo barrento)

$T_m = 17,66 \text{ s}$  (Média dos tempos gasto pelo flutuador para realizar o percurso de 6 metros)

$$\text{Vazão} = \frac{0,13658 \times 6 \times 0,9}{17,66} = 0,042 \text{ m}^3/\text{s}$$

O resultado encontrado através de cálculos ( $0,042 \text{ m}^3/\text{s}$ ), somado com o volume captado atualmente de  $0,073 \text{ m}^3/\text{s}$ , valor informado pelo SAAE (2015), possibilitou chegar ao resultado da vazão existente no Ribeirão da Onça no dia 13/04/2015, totalizando em uma vazão de  $0,115 \text{ m}^3/\text{s}$  ou  $115 \text{ l/s}$ .

### 5.2.5 Método de Regionalização Hidrológica

O método de Regionalização Hidrológica consiste em localizar um posto fluviométrico próximo do local analisado, com o objetivo de obter a série histórica de vazão existente nesse ponto. O método consiste basicamente em calcular a média da vazão disponível por  $\text{km}^2$  e multiplicar este índice pela divisão da área da bacia contribuinte do futuro ponto de captação pela área da bacia contribuinte do posto fluviométrico de onde foram retirados os dados de vazão, chegando-se a um valor aproximado das vazões disponíveis no futuro ponto de captação.

Para tal procedimento foi utilizado o posto fluviométrico Paraguaçu-Montante, distante aproximadamente  $15 \text{ km}$  do ponto de captação analisado em Elói Mendes, (figura 9).

Figura 09: Posto Fluviométrico

## PARAGUAÇU-MONTANTE (61425000)

**Dados da Estação**

Código	61425000
Nome	PARAGUAÇU-MONTANTE
Código Adicional	-
Bacia	RIO PARANÁ (6)
Sub-bacia	RIO GRANDE (61)
Rio	RIO SAPUCAÍ
Estado	MINAS GERAIS
Município	PARAGUAÇU
Responsável	FURNAS
Operadora	FURNAS
Latitude	-21:35:10
Longitude	-45:39:47
Altitude (m)	780
Área de Drenagem (km2)	9410

Consultar série de:

Arquivo Access
Arquivo Texto

Fonte: Hidroweb (2015)

Foram obtidos os seguintes dados históricos de vazão (figura 10).

Figura 10: Série histórica de vazão (m³/s)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
NR ANOS	ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MIN
1	1985	139	202,1187	274,5523	177,283	128,354	108,6796	89,9871	73,4652	63,8784	49,9679	62,2254	65,5587	1435,05
2	1986	183,7	155,9268	188,6173	153,016	120,734	106,3642	98,5063	83,9137	69,0026	59,7971	45,129	132,276	1396,99
3	1987	190,3	240,4166	166,3886	157,395	157,395	138,9777	119,492	85,9084	81,9485	94,1859			1432,38
4	1988	114,6	141,7174	155,9268	157,395	136,272	112,2119	96,3308	85,9084	78,1059	74,379	89,9871		1242,84
5	1989	150,1	175,6999	218,0191	141,717	125,781	117,0333	105,218	102,95	105,218	73,4652	67,2667	85,9084	1468,42
6	1990	119,5	106,3642	134,9314	107,518	94,1859	74,379	72,5585	80,0126	93,1248	68,1312	66,4093	82,9274	1100,03
7	1991	74,38	188,6173	191,9374	219,833	163,356	133,5993	102,95	78,1059	74,379	105,218	55,122	54,3661	1441,86
8	1992			160,3579	117,033	129,653	96,33082	89,9871	78,1059	76,2281	100,713	99,6056	109,849	1057,86
9	1993	105,2	161,8524	210,8583	154,467	120,734	115,8159	93,1248	79,0556	64,7151	80,0126	65,5587	66,4093	1317,82
10	1994	145,9	104,0802	105,2182	87,9328	82,9274	87,93281	65,5587	61,4092	61,4092	63,0485	63,8784		929,29
11	1995	95,25	212,6344	207,3344	96,3308	85,9084	88,95619	59,7971	55,8846	55,8846	111,027	84,9074		1153,92
12	1996	223,5	172,5605	200,3987	157,395	123,241	102,9499	83,9137	69,881	69,0026	79,0556	82,9274	195,294	1560,11
13	1997													
14	1998													
15	1999													
16	2000	93,09	219,7285	175,6222	115,772	97,3802	79,9865	74,3555	67,2465	65,5393	54,3515	51,3945	96,2968	1190,77
17	2001	107,5	119,4461	89,9562	66,3894	58,9846	54,3515	43,7928	33,5114	30,2885	49,955	49,955	72,5359	776,64
18	2002	190,2	191,8501	180,3957	104,042	88,9258	72,5359	59,7802	49,955	52,8599	31,3399	41,8514	65,5393	1129,26
19	2003	101,8	143,0409	130,908	98,4712	85,8795	65,5393	55,1071	45,7901	34,6317	31,3399	45,1181	85,8795	923,50
20	2004	90,99	113,3624	163,2852	152,952	127,014	116,9885	104,042	68,3555	50,6715	52,124	63,0301	104,042	1206,86
21	2005	124,5	178,7955	158,8043	151,51	115,772	114,5631	97,3802	69,8596	70,7447	61,3916	79,03	89,9562	1312,27
22	2006	98,47	129,6016	172,4847	110,985	93,0924	73,4422	58,9846	49,955	43,1395	48,5412	46,4684	106,325	1031,49
23	2007	327,5	198,5965	145,8299	127,014	99,5699	77,1386	67,2465	58,9846	34,4523	29,7712	83,8858	63,8596	1313,90
24	2008	81,92	214,3188	169,3828	196,896	137,565	116,9885	87,9029	72,5359	65,5393	62,2075	110,985	76,2037	1392,45
25	2009	182	327,5469	216,1125	145,83	125,732	105,1797	99,5699	71,0807	83,8858	101,791	88,9258	175,622	1723,28
26	2010	207,2	151,5101	158,8043	123,193	99,5699	80,9504	70,7447	44,955	43,955	52,8599	59,7802	96,2968	1189,86
27	2011	205,5	178,7955	195,2049	154,402	115,772	102,9125	78,0807	43,2075	39,955	36,955	39,955	100,676	1291,41
28	2012	143	124,4585	105,1797	94,1529	95,221	89,9562	75,2761	42,124	39,3487	35,7754	48,5412	60,5825	953,66
29	2013	129,6	225,2236	223,3824	141,659	115,772	109,8081	92,0394	52,9624	42,6632	49,236	51,2259	105,18	1338,75
MÉDIA		144,99	175,13	173,07	135,02	112,49	97,83	82,37	65,58	61,18	63,72	65,73	95,07	106,02

Fonte: Hidroweb (2015)



Através da série histórica de vazão exibida na (figura 10) é possível observar que em determinados períodos observados, principalmente a partir do ano de 2001, nos meses de Agosto, Setembro e Outubro a vazão existente no Rio Sapucaí ficou abaixo dos 40 m<sup>3</sup>/s com uma área de drenagem de 9410 km<sup>2</sup>, então pode se realizar o seguinte calculo:

- Área de drenagem da bacia do Ribeirão da onça: 25,26 km<sup>2</sup>
- Área de drenagem do Rio Sapucaí: 9410 km<sup>2</sup>

Média da menor vazão no ano de 1985 a 2013 desconsiderando os anos de 1997,1998 e 1999 por não possuírem dado histórico:

$$\text{Vazão} = \frac{1410,2659 \text{ m}^3}{26 \text{ anos}} = 54,24 \text{ m}^3/\text{s}$$

Média da menor vazão no ano de 2001 a 2013:

$$\text{Vazão} = \frac{497,256 \text{ m}^3}{13 \text{ anos}} = 38,25 \text{ m}^3/\text{s}$$

Aplicando o Método da Regionalização Hidrológica na intenção de se chegar a média da menor vazão ocorrida no Ribeirão da Onça, considerando a média da menor vazão anual do Rio Sapucaí de 2001 a 2013, levando em consideração o registro de vazões mais baixas nesse intervalo.

$$\text{Vazão} = 38,25 \text{ m}^3/\text{s} \times \frac{25,26 \text{ km}^2}{9410 \text{ km}^2} = 0,1026 \text{ m}^3/\text{s} \text{ ou } 102,6 \text{ L/s}$$

A demanda de água necessária para abastecer a cidade de Elói Mendes segundo informações do SAAE (2015), fica em torno de 73 l/s mais vazão residual 70% do Q<sub>7,10</sub> (48,20 l/s) informada pelo SAAE (2015) totalizando em 121,20 l/s analisando o resultado 102,6 l/s é possível afirmar que a vazão do Ribeirão da Onça é insuficiente para atender a demanda exigida com grade possibilidade de racionamento de água no sistema de abastecimento público de Elói Mende- MG.

### 5.3 Caracterização da Estação de Tratamento de Água

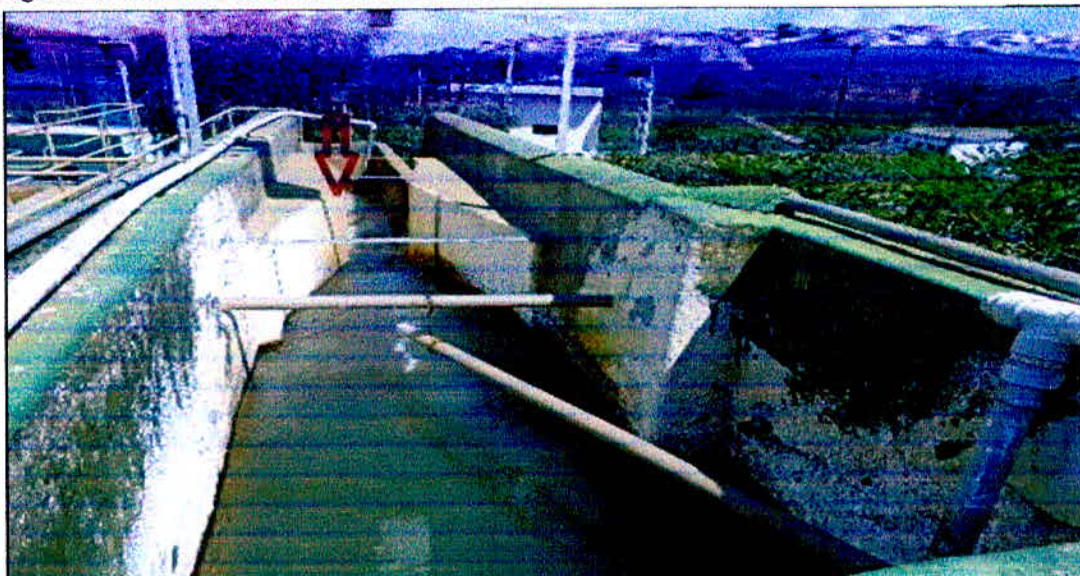
Segundo informações do SAAE (2015), a atual Estação de Tratamento de Água da cidade de Elói Mendes foi inaugurada em 1966, antes dessa data a água era distribuída sem tratamento, localizada as margens da rodovia BR-491, km 222, administrada pela concessionária SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto), a estação de tratamento, é do tipo convencional, com flocculadores, decantadores e filtros rápidos por gravidade, com capacidade máxima de tratar 90 l/s de água, atualmente, suprindo uma demanda de 73 l/s.

A estação é abastecida pelo Ribeirão da Onça, sua sub-bacia faz parte da bacia hidrográfica do rio Sapucaí e tem a qualidade de sua água monitorada pelo IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas). A qualidade da água desse manancial é regulamentada pela resolução CONAMA 357/2005 (Conselho Nacional do Meio Ambiente), sendo que a concessionária responsável realiza frequentes análises laboratoriais na intenção de identificar contaminações por elementos químicos indesejáveis que possam comprometer a qualidade da água fornecida a população de Elói Mendes - MG.

O sistema é demonstrado em sequência nas figuras 11, 12 e 13.

Calha Parshall existente na entrada da estação de tratamento de água, utilizada para monitorar o volume de água e misturar os produtos químicos adicionados à água.

Figura 11: Entrada do sistema de tratamento, Calha Parshall



Fonte: O autor

Floculador hidráulico do tipo Chicana Vertical, a água percorre o fluculador em movimentos ascendentes e descendentes através de passagens na parte superior e inferior das divisórias intercaladas sucessivamente.

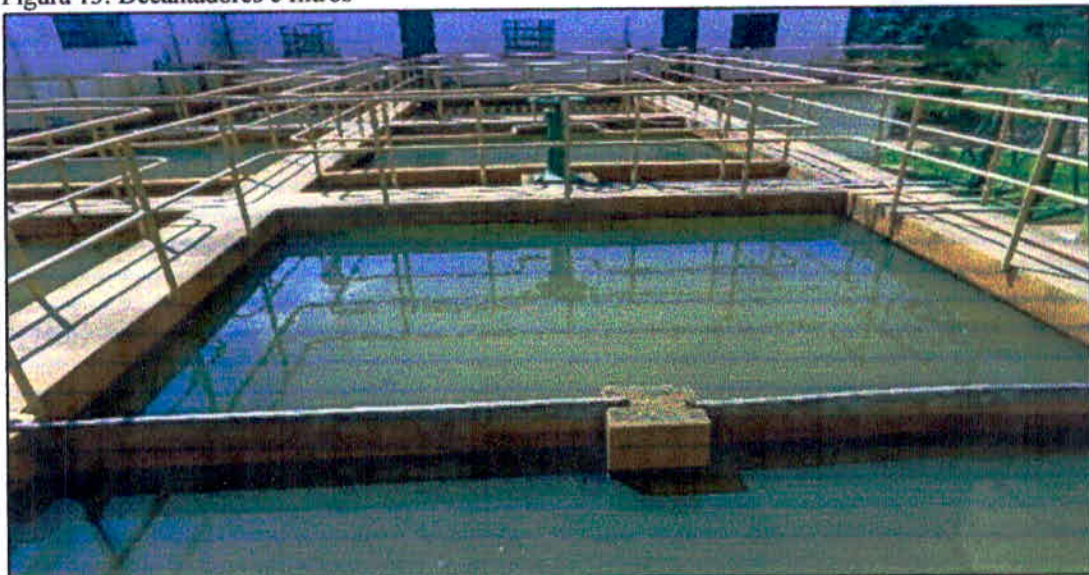
Figura 12: Floculadores



Fonte: O autor

Após passar pelo sistema de floculação a água vai para o sistema de decantação que neste caso são utilizados decantadores retangular e na sequência vai para os filtros rápidos por gravidade.

Figura 13: Decantadores e filtros



Fonte: o autor.

## 5.4 Capacidade de armazenamento dos reservatórios de distribuição

Segundo informações do SAAE (2015), o sistema de distribuição de água tratada de Elói Mendes possui atualmente 12 reservatórios, confeccionados em concreto armado e chapa galvanizada com capacidades distintas de armazenamento, com suas condições estruturais e hidráulicas, adequados e devidamente cercados e identificados, os reservatórios estão espalhados em pontos estratégicos da cidade a fim de proporcionar a melhor distribuição da água.

Os reservatórios em conjunto possuem capacidade de armazenamento de 2.577.000 litros de água tratada, distribuídos nas seguintes localidades:

- ETA, capacidade 500.000 litros (Figura 14);
- Elevado ETA, capacidade 57.000 litros (Figura 15);
- São Cristóvão, capacidade 400.00 litros;
- Nossa Senhora Aparecida, capacidade 300.000 litros;
- Santa Isabel, capacidade 60.000 litros;
- Triângulo, capacidade 500.000 litros;
- Rosário, capacidade 350.000 litros;
- São Paulo/São Luiz, capacidade 100.000 litros;
- Palmeiras, capacidade 100.000 litros;
- Praça de Eventos, capacidade 30.000 litros;
- Cristo, capacidade 80.000 litros;
- Bela Vista, capacidade 100.000 litros.

Figura 14: Reservatório de distribuição da ETA



Fonte: o autor

Reservatório elevado com capacidade de armazenar 57.000 litros, utilizado na limpeza de filtros e decantadores.

Figura 15: Reservatório elevado



Fonte: o autor.

#### 5.4.1 Cálculo do volume de reservação estimado

A NBR 12217 (1994) preconiza que, o volume dos reservatórios de distribuição devem ser o suficiente para atender as variações diárias de consumo, os dados de consumo devem ser avaliados através de valores de consumos diários e do regime previsto de alimentação do reservatório, aplicando-se o fator de correção 1,2 ao volume assim calculado, para levar em conta incertezas dos dados utilizados.

$$V = \text{Consumo} \times T \times 1,2 =$$

Onde:

V = Volume necessário (L)

Consumo/dia = volume de água consumido diariamente (L/s)

T = Período de operação do sistema (s) em Elói Mendes – MG este período e de 21 h/dia.

Volume consumido pela ETA = 400.000 litros/dia.

$$V = 73 \text{ l/s} \times 75600 \text{ s} \times 1,2 = 6.622.560 \text{ litros}$$

$$\text{Volume reservado necessário} = 6.622.560 - 400.000 = 6.222.560 \text{ litros}$$

Com base no resultado obtido é possível afirmar que a soma dos volumes dos reservatórios existentes no sistema de distribuição de água de Elói Mendes esta 58,57 % abaixo do volume estipulado em norma, sendo insuficiente para abastecer a população por um dia em caso de pane no sistema de abastecimento.

## 5.5 Números de ligações existentes na rede de distribuição

De acordo com informações fornecidas pelo SAAE (2015), em Elói Mendes existem na rede de distribuição na seguinte data, (31/03/2015), 8.667 ligações, sendo que 7.879 estão ativas e 788 estão cortadas, (Figura 16).

Figura 16: Números de ligações existentes

SERVIÇO AUTÔN. DE ÁGUA E ESGOTO		Relatório técnico do Contas e Consumo					
RUA SAGRADOS CORAÇÕES, 148 - CENTRO		Zona(s): A, B, C, D, E					
CNPJ: 20.346.805/0001-07		Data ref.: 03/2015					
ELOI MENDES - MG							
(35)32640560							
		31/03/2015					
ÁGUA							
Ligações	Ativas (A)	Cortadas (B)	Em (C)	Por (D)	Out (E)	Total	
Em funcionamento (ATIVAS)	-	7.814	52	13	-	-	7.879
Cortadas	-	767	13	8	-	-	788
- Cortadas (A PEDIDO)	-	353	5	4	-	-	362
- Cortadas (POR FPG)	-	414	8	4	-	-	426
Estimadas	-	100	-	1	-	-	101
Factíveis	-	-	-	-	-	-	-
Potenciais	-	1	-	-	-	-	1
Novas - NO MÊS	-	23	-	-	-	-	23
Canceladas - NO MÊS	-	-	-	-	-	-	-
Cortadas (A PEDIDO) - NO MÊS	-	13	-	-	-	-	13
Cortadas (POR FPG) - NO MÊS	-	118	-	-	-	-	118
Religadas (sit anterior deslig) - NO MÊS	-	15	-	-	-	-	15
Religadas (sit anterior cortada) - NO MÊS	-	89	-	-	-	-	89
Existentes (ATIVAS+CORTADAS)	-	8.581	65	21	-	-	8.667

Fonte: SAAE (2015)

## 5.6 Relação entre o volume demandado e volume tratado

Segundo informações fornecidas pelo SAAE (2015), o volume médio de água faturado pela concessionária é de 101.585 m<sup>3</sup>/mês sendo que 99.207 m<sup>3</sup>/mês são consumidos pela população, 1.676 m<sup>3</sup>/mês pelo comercio, e 702 m<sup>3</sup>/mês pela indústria.

O SAAE de Elói Mendes capta e trata um volume de água de 73 l/s com a ETA trabalhando 21 h/dia, totalizando em um volume mensal captado e tratado de 165.564.000 l/mês ou 165.564 m<sup>3</sup>/mês de água.

### 5.6.1 Estimativa de consumo

Para o cálculo de estimativa de consumo necessário para atender a demanda de água exigida pela população de Elói Mendes foi utilizado a seguinte expressão:

$$\text{Vazão} = \frac{\text{População} \times \text{Cpc} \times \text{K1} \times \text{K2}}{\text{T}} + \text{Cpi} + \text{Cpe} =$$

Sendo:

População: Número de habitantes = 27.019 habitantes

Cpc: Média do consumo médio per capita = 145 l/hab/dia

K1: Coeficiente do dia de maior consumo = 1,2 (valor usualmente utilizado no Brasil)

K2: Máximo consumo do dia de maior consumo = 1,5 (valor usualmente utilizado no Brasil)

T: Período de funcionamento da ETA em um dia = 21 horas = 75600 s

Cpi: Volume consumido pelo setor industrial e comercial = 1,05 l/s SAAE(2015)

Cpe: Volume consumido na manutenção da ETA = 5,29 l/s SAAE(2015)

$$\text{Vazão} = \frac{27.019 \times 145 \times 1,2 \times 1,5}{75600} + 1,05 + 5,29 = 99,62 \text{ l/s}$$

O resultado encontrado demonstra que o volume captado e tratado pelo SAAE (73 l/s) está abaixo do valor calculado, (99,62 l/s).

### 5.7 Análise do índice de perdas no sistema de abastecimento

Fazendo uma subtração entre o volume tratado pelo SAAE 165.564 m<sup>3</sup>/mês, pelo volume faturado 101.585 m<sup>3</sup>/mês, resulta em um volume de 63.979 m<sup>3</sup>/mês, volume este que, segundo informações do SAAE (2015), parte dessa água é consumida pela ETA, cerca de 400.000 litros/dia utilizada na limpeza dos filtros e decantadores, totalizando em 12.000.000 de litros/mês ou 12.000 m<sup>3</sup>/mês, o restante cerca de 51.979 m<sup>3</sup>/mês, são perdidos em vazamentos e manutenções na rede de distribuição e ligações clandestinas, pelo fato de que esta análise foi feita em apenas um mês não é possível afirmar qual é o percentual do índice de perdas mensal no sistema de abastecimento público da cidade de Elói Mendes, sendo

necessário um estudo mais avançado de médio e longo prazo para se chegar a um resultado satisfatório.

### **5.8 Análise geral entre volume captado e vazão disponível no ponto de captação**

Com base nos volumes produzidos e micromedidos informados pelo SAAE (2015), considerando projeção do Censo (2010), IBGE (2015), uma população de 27.019 habitantes para Elói Mendes foram determinados os seguintes indicadores operacionais:

- Consumo per capita médio relativo ao volume produzido: 199,35 L/hab/dia
- Consumo per capita médio relativo ao volume consumido: 122,4 L/hab/dia

Considerando os valores de vazão 115 l/s, obtidos através do Método do flutuador realizado no dia 13/04/2015, e captação constante de 73 l/s mais vazão residual 70% do Q<sub>7,10</sub> (48,20 l/s) informada pelo SAAE (2015) que somadas totalizam 121,2 l/s chega-se ao resultado que, o SAAE de Elói Mendes não está respeitando os critérios de outorga, ultrapassando o limite permitido de captação, conclui-se então que qualquer variação negativa na vazão disponível ou variação positiva no volume demandado ocasionará na falta de água no abastecimento público da cidade de Elói Mendes em algum momento, portanto há necessidade que se construa um reservatório para regularizar a vazão necessária para atender a demanda.

### **5.9 Construção de reservatórios**

Com base nos resultados obtidos através dos cálculos levando em consideração determinação da NBR 12217 (1994) onde o volume dos reservatórios de distribuição devem ser o suficiente para atender as variações diárias de consumo, aplicando-se o fator de correção 1,2 ao volume assim calculado, para levar em conta incertezas dos dados utilizados, comparando com o volume reservado atualmente (2.577.000 litros de água tratada) determina-se a necessidade da construção de novos reservatórios com volume equivalente à (3.645.560 litros de água), distribuídos em pontos estratégicos de modo a regular o volume necessário conforme estipulado em norma.



$$V = \text{Consumo} \times T \times 1,2 =$$

Onde:

V = Volume necessário (L)

Consumo/dia = volume de água consumido diariamente (L/s)

T = Período de operação do sistema (s) em Elói Mendes – MG este período é de 21 horas por dia ou 75600 segundos.

1,2 = Coeficiente de regularização

$$V = 73 \text{ l/s} \times 75600 \text{ s} \times 1,2 = 6.622.560 \text{ litros}$$

Volume reservado atualmente = 2.577.000 litros

Volume consumido pela ETA = 400.000 litros

Volume reservado necessário =  $6.622.560 - 400.000 = 6.222.560$  litros

Diferença =  $6.222.560 - 2.577.000 = 3.645.560$  litros

Conforme demonstram os cálculos o volume de água reservado atualmente em Elói Mendes está 58,57 % abaixo do necessário e para a correção desse problema há a necessidade de construir mais três reservatórios localizados nos seguintes pontos:

### 5.9.1 Reservatório do Bairro Rosário

Figura 17: Localização do Reservatório no Bairro Rosário



Fonte: Google Earth (2015)

No local já existe um reservatório com capacidade de armazenar 350.000 litros de água abastecendo os bairros Rosário, Santa Mariana, Boa Esperança, Santa Alice II, Vila Cole, São Sebastião, Vila Freitas e aproximadamente 30% da região central da cidade onde segundo informações do SAAE (2015) totalizam aproximadamente 2.950 ligações.

Cálculo para se chegar ao volume do novo Reservatório no Bairro Rosário:

Reservatório existente no local = 350.000 litros

Reservatório existente na ETA = 557.000

Número de ligações existentes em Elói Mendes = 7879 ligações

Número de ligações favorecidas pelo reservatório Rosário = 2950 ligações

Volume diário distribuído pelo SAAE = 5.118.800 litros

População = 27.019 habitantes

1,2 = Coeficiente de regularização

- Consumo diário por habitante não considerando as perdas;

$$\text{Consumo} = \frac{5.118.800}{27.019} = 189,45 \text{ l/hab/dia}$$

- Média de habitantes por ligação;

$$\text{Média} = \frac{27.019}{7.879} = 3,43 \text{ pessoas/ligação}$$

- Número de habitantes favorecidas pelo reservatório Rosário;

$$N/\text{habitantes} = 3,43 \times 2950 = 10119 \text{ habitantes}$$

- Volume do novo reservatório;

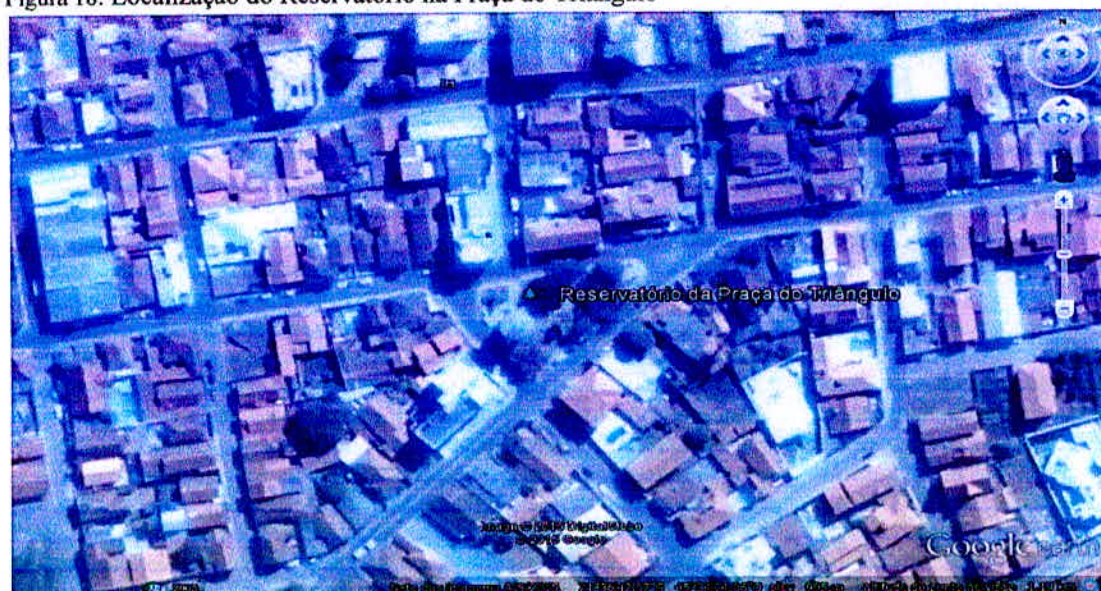
$$\text{Volume} = ((10119 \times 189,45) \times 1,2) - 350.000 - 557.000 = 1.393.339 \text{ litros}$$

$$\text{Volume total} = 1.393.339 \text{ litros}$$

Assegurando melhor entendimento construtivo foi adotado um volume de 1.400.000 litros de água para o reservatório Rosário.

### 5.9.2 Reservatório da Praça do Triângulo

Figura 18: Localização do Reservatório na Praça do Triângulo



Fonte: Google Earth (2015)

No local já existe um reservatório com capacidade de armazenar 500.000 litros de água abastecendo os bairros Santa Alice I, Jardim Tropical, Pretório, Jardim Paraíso, Lodovico Pavone, Chapada, Santa Luiza e ainda abastece os reservatórios São Paulo/São Luiz (capacidade 100.000 litros), Jardim das Palmeiras (capacidade 100.000 litros), Praça de Eventos (capacidade 30.000 litros) e aproximadamente 70% da região central da cidade onde segundo informações do SAAE (2015) totalizam aproximadamente 3.140 ligações.

Cálculo para se chegar ao volume do novo Reservatório na Praça do Triângulo:

Reservatório existente no local = 500.000 litros

Reservatório São Paulo/São Luiz = 100.000 litros

Reservatório Jardim das Palmeiras = 100.000 litros

Reservatório Praça de Eventos = 30.000 litros

Número de ligações existentes em Elói Mendes = 7.879 ligações

Número de ligações favorecidas pelo reservatório Praça do Triângulo = 3.140 ligações

Volume diário distribuído pelo SAAE = 5.118.800 litros

População = 27.019 habitantes

1,2 = Coeficiente de regularização

- Consumo diário por habitante;

$$\text{Consumo} = \frac{5.118.800}{27.019} = 189,45 \text{ l/hab/dia}$$

- Média de habitantes por ligação;

$$\text{Média} = \frac{27.019}{7.879} = 3,43 \text{ pessoas/ligação}$$

- Número de habitantes favorecidas pelo Reservatório na Praça do Triângulo;

$$N/\text{habitantes} = 3,43 \times 3.140 = 10.770 \text{ habitantes}$$

- Volume do novo reservatório;

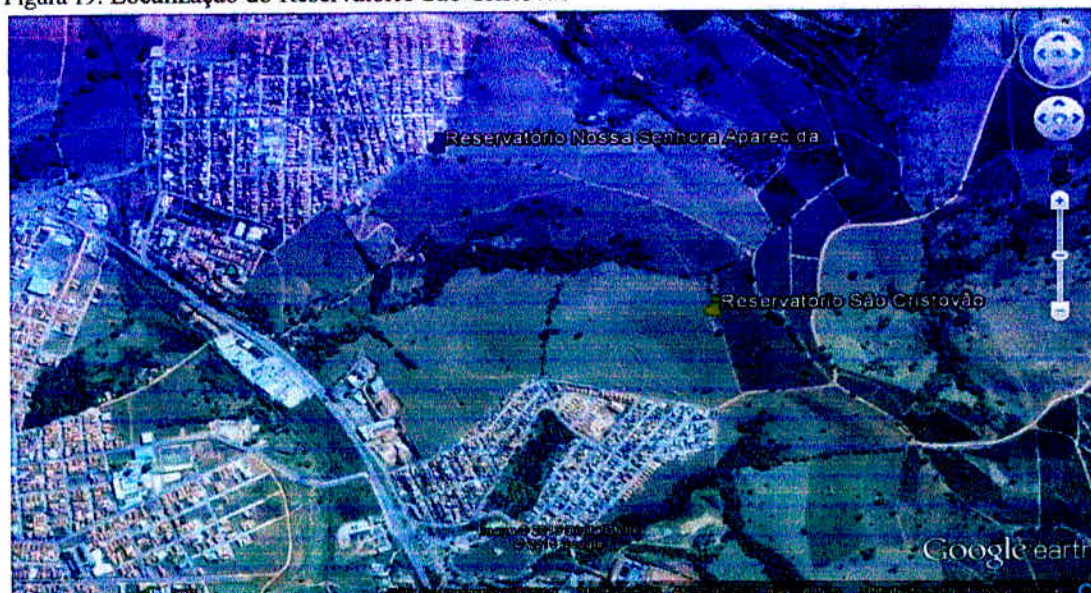
$$\text{Volume} = ((10.770 \times 189,45) \times 1,2) - 500.000 - 230.000 = 1.718.452 \text{ litros}$$

$$\text{Volume total} = 1.718.452 \text{ litros}$$

Assegurando melhor entendimento construtivo foi adotado um volume de 1.750.000 litros de água para o reservatório Praça do Triângulo.

### 5.9.3 Reservatório do Bairro São Cristovão

Figura 19: Localização do Reservatório São Cristovão



Fonte: Google Earth (2015)

No local já existe um reservatório com capacidade de armazenar 400.000 litros de água, abastecendo os bairros São Cristovão I, São Cristovão II, distrito industrial e ainda abastece os reservatórios Nossa Senhora Aparecida (capacidade 300.000 litros), Santa Isabel (capacidade 60.000 litros), Cristo (capacidade 80.000 litros) e Parque Bela Vista (capacidade 100.000 litros), onde segundo informações do SAAE (2015) totalizam aproximadamente 1.789 ligações.

Cálculo para se chegar ao volume do novo Reservatório São Cristovão:

Reservatório existente no local = 400.000 litros

Reservatório Nossa Senhora Aparecida = 300.000 litros

Reservatório Santa Isabel = 60.000 litros

Reservatório Cristo = 80.000 litros

Reservatório Parque Bela Vista = 100.000 litros

Número de ligações existentes em Elói Mendes = 7.879 ligações

Número de ligações favorecidas pelo reservatório São Cristovão = 1.789 ligações

Volume diário distribuído pelo SAAE = 5.118.800 litros

População = 27.019 habitantes

1,2 = Coeficiente de regularização

- Consumo diário por habitante;

$$\text{Consumo} = \frac{5.118.800}{27.019} = 189,45 \text{ l/hab/dia}$$

- Média de habitantes por ligação;

$$\text{Média} = \frac{27.019}{7.879} = 3,43 \text{ pessoas/ligação}$$

- Número de habitantes favorecidas pelo Reservatório na Praça do Triângulo;

$$N/\text{habitantes} = 3,43 \times 1.789 = 6.136 \text{ habitantes}$$

- Volume do novo reservatório;

$$\text{Volume} = ((6.136 \times 189,45) \times 1,2) - 400.000 - 540.000 = 454.958 \text{ litros}$$

$$\text{Volume total} = 454.958 \text{ litros}$$

Assegurando melhor entendimento construtivo foi adotado um volume de 500.000 litros de água para o reservatório São Cristovão.

Com a construção dos respectivos reservatórios fica regulamentada a situação do sistema de abastecimento público de Elói Mendes no que diz respeito ha volume reservado como determinação da NBR 12217 (1994).

## 5.10 Construção da barragem

### 5.10.1 Estudos hidrológicos

Segundo Atlas (2011) os estudos hidrológicos representam o conhecimento das variáveis hidrológicas como as vazões máximas, médias e mínimas nas seções fluviais dos cursos de água, na prática as duas variáveis hidrológicas mais relevantes utilizadas no dimensionamento de pequenas barragens de terra, cujas estimativas representam um gargalo na literatura especializada, são a vazão máxima de cheia e o volume de armazenamento necessário à regularização de uma determinada vazão, em uma região hidrográfica.

Por se tratar de um córrego de pequeno porte e não possuir posto fluviométrico o Ribeirão da Onça não possui série histórica de vazão, portanto houve a necessidade de se fazer o levantamento desses dados através de um procedimento conhecido como Regionalização Hidrológica, que consiste na localização de um posto fluviométrico próximo do local analisado e com a obtenção da série histórica de vazão deste ponto é feita uma média da vazão disponível por km<sup>2</sup> e após este procedimento multiplica-se este índice pela área da bacia contribuinte do futuro ponto analisado, chegando-se a um valor aproximado das vazões disponíveis naquele ponto ao longo do ano.

### 5.10.2 Dados do posto fluviométrico mais próximo

Figura 20: Posto fluviométrico

Dados da Estação			
Código	61425000	Município	PARAGUAÇU
Nome	PARAGUAÇU-MONTANTE	Responsável	FURNAS
Código Adicional	-	Operadora	FURNAS
Bacia	RIO PARANÁ (6)	Latitude	21.35.10
Sub-bacia	RIO GRANDE (61)	Longitude	45.39.47
Rio	RIO SAPUCAÍ	Altitude (m)	780
Estado	MINAS GERAIS	Área de Drenagem (km <sup>2</sup> )	9410

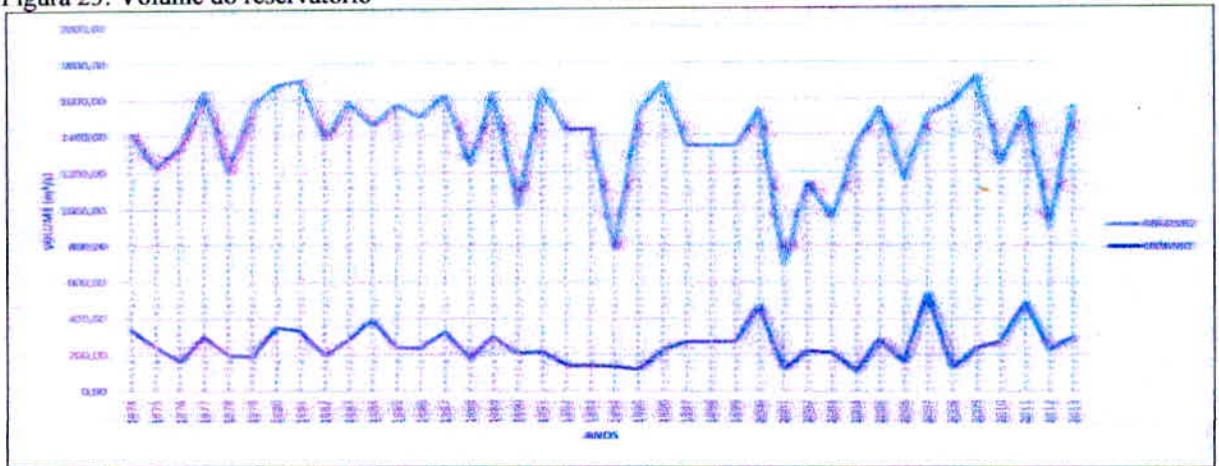
Fonte: Hidroweb (2015)







Figura 23: Volume do reservatório



INTERVALO (m³/s) (1992)	1615,78
VOL. RESERVATÓRIO	1,40E+08

Fonte: O autor

Utilizando o método da regionalização hidrológica, multiplicando o volume encontrado pela divisão da área contribuinte do Ribeirão da Onça, pela área contribuinte do Rio Sapucaí é possível chegar ao valor aproximado do volume capaz de regularizar a vazão necessária.

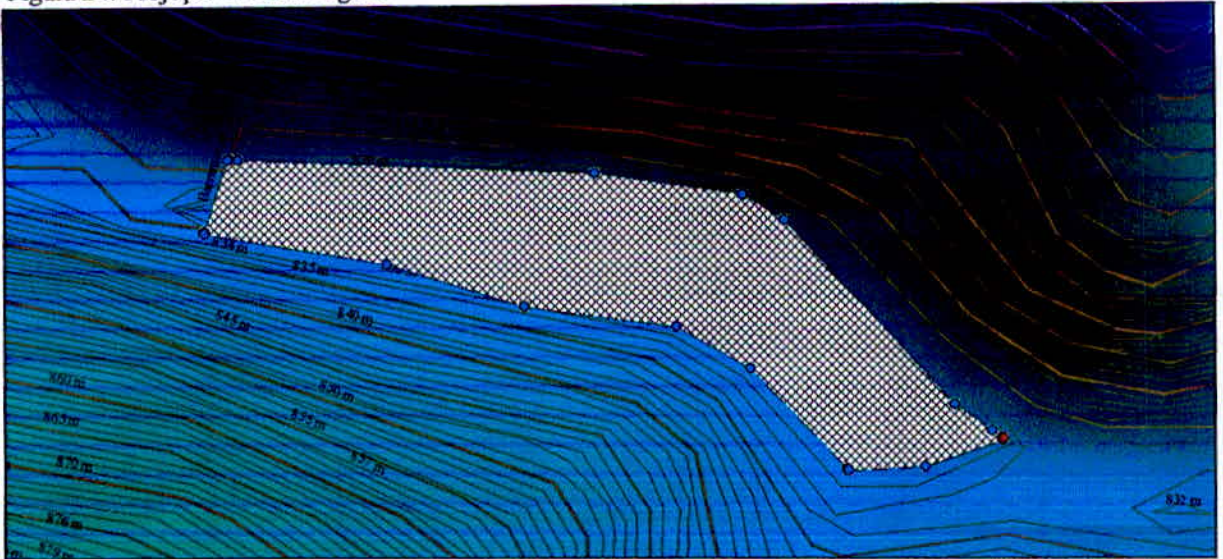
$$\text{Vazão} = 140.000.000 \text{ m}^3/\text{s} \times \frac{25,26 \text{ km}^2}{9410 \text{ km}^2} = 375.813 \text{ m}^3$$

O volume do reservatório necessário para regularizar a vazão do Ribeirão da Onça capaz de atender a demanda exigida e a vazão residual é de 375.813m³.

### 5.10.5 Área alagada

A área alagada necessária é de 88.468 metros quadrado, o ribeirão está situado na cota 825 m, a lamina d'água da barragem está situado na cota 831 m e o topo da barragem está situado na cota 832 m, acumulando um volume de 530.808 metros cúbicos, nota-se que o volume acumulado é maior que o calculado (375.813m³), foi necessário pelo simples fato que o volume acumulado na cota 830m não seria suficiente para regularizar a vazão.

Figura 24: Projeção da área alagada

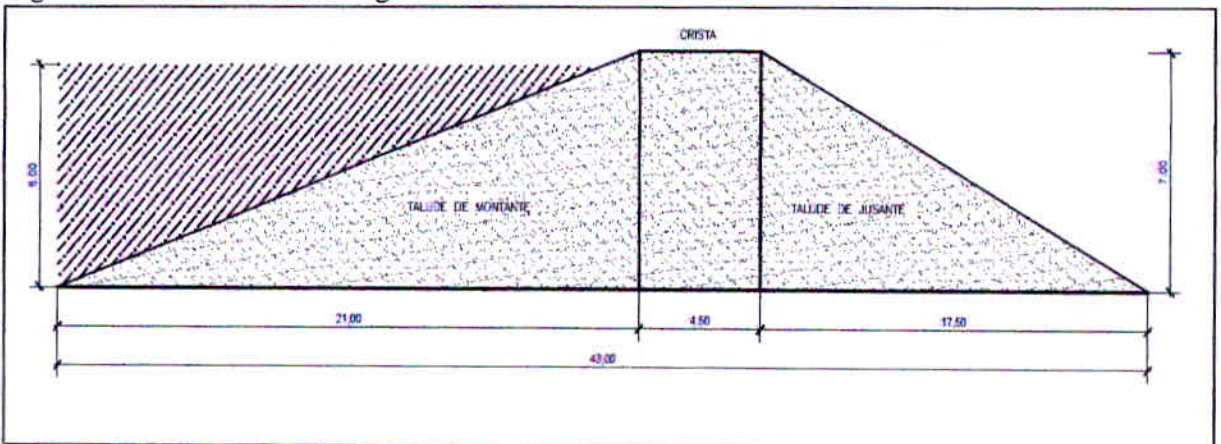


Fonte: Global Mapper (2015)

### 5.10.6 Características da barragem

A barragem será construída utilizando como matéria prima principal o solo, devido abundância do material próximo ao local da construção, possui uma extensão de 100 metros, demais características demonstradas na figura 27.

Figura 25: Características da barragem de terra



Fonte: o autor

### 5.10.7 Cálculo do vertedouro

<b>MÉDIA</b>	536,89
<b>DESVIO</b>	154,25

Figura 22: Cálculo do tempo de retorno

<b>CÁLCULO DO TEMPO DE RETORNO</b>					
	<b>ANOS</b>	<b>Yt</b>	<b>MÉDIA (Q)</b>	<b>DESVIO (S)</b>	<b>TEMP RET</b>
<b>FORM TESTE</b>	<b>10</b>	2,25	5,98	2,23	<b>8,89</b>
<b>BACIA ANALISADA</b>	<b>50</b>	3,90	536,89	154,25	<b>936,76</b>
	<b>500</b>	6,21	536,89	154,25	<b>1214,78</b>
	<b>1000</b>	6,91	536,89	154,25	<b>1298,20</b>
	<b>10000</b>	9,21	536,89	154,25	<b>1575,18</b>

Fonte: O autor

$$\text{Vazão} = 1214,78 \text{ m}^3/\text{s} \times \frac{25,26 \text{ km}^2}{9410 \text{ km}^2} = 3,26 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = C . L . H^{3/2}$$

$$3,26 = 1,84 \times 100 \times H^{3/2}$$

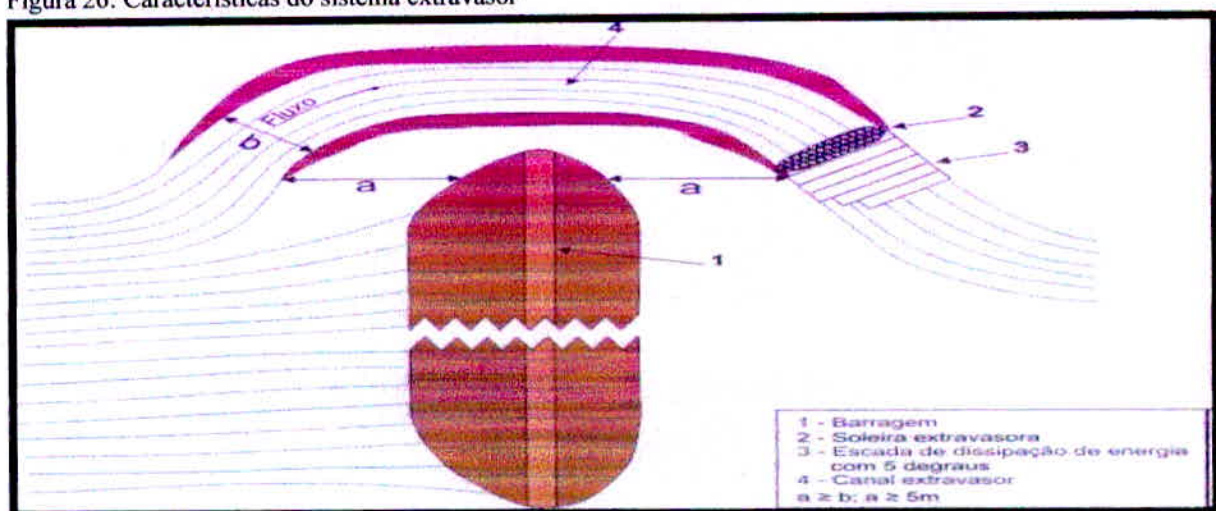
$$H = 6,79 \text{ cm} \rightarrow \mathbf{10 \text{ cm}}$$

### 5.10.8 Sistema extravasor

Segundo Atlas (2011) em barragens de terra, o tipo de sistema extravasor mais recomendado é um canal lateral construído fora do aterro, em terreno firme em uma das laterais do maciço, com fundo situado em cota mais elevada em relação ao leito natural do rio, e de uma estrutura de dissipação de energia de modo a conduzir a água excedente até o encontro com o curso d'água mais a jusante.

Cálculos utilizados seguindo metodologia da fórmula de Manning com vazão para um período de retorno de 500 anos – 1214,78 m<sup>3</sup>/s.

Figura 26: Características do sistema extravasor



Fonte: Atlas (2011)

Conversão da vazão do Rio Sapucaí para a vazão do Ribeirão da Onça utilizando o método de Regionalização Hidrológica.

$$\text{Vazão} = 1214,78 \text{ m}^3/\text{s} \times \frac{25,26 \text{ km}^2}{9410 \text{ km}^2} = 3,26 \text{ m}^3/\text{s}$$

Largura Média do Ribeirão da Onça – 3,0 m

60% da largura média – 1,80 m

Declividade – 1 %

H adotado = 0,60 m

B adotado = 2,0 m

$F \geq 0,4$  m

H adotado = 1.0 m

$$A_m = b \cdot h$$

$$A_m = 2,0 \times 1,0$$

$$A_m = 2.0 \text{ m}^2$$

$$R_h = \frac{b \cdot h}{b + 2h}$$

$$R_h = \frac{2,0 \times 1,0}{2,0 + 2 \times 1,0}$$

$$R_h = 0,50 \text{ m}$$

$$Q = \frac{A_m \cdot R_h^{2/3} \cdot I^{0,5}}{n}$$

$$Q = \frac{1,2 \cdot 0,50^{2/3} \cdot (1/100)^{0,5}}{0,018}$$

$$Q = 4,19 \text{ m}^3/\text{s}$$

O canal lateral possuirá as seguintes características:

Largura: 2 metros;

Altura: 1.0 metros;

Material: Paredes laterais e pisos confeccionados em concreto liso.

## 6. CONCLUSÃO

O presente trabalho caracterizou os principais problemas existentes no sistema de abastecimento público de água da cidade de Elói Mendes, problemas esse que normalmente fazem parte do sistema de abastecimento público de muitas cidades brasileiras resultando na falta de água potável a milhões de consumidores.

Os resultados obtidos demonstram que o volume dos reservatórios existentes é insuficiente para atender as variações diárias de consumo conforme determina a NBR 12217 (1994) e o método de Regionalização Hidrológica, demonstra que em determinados períodos, geralmente concentrados nos meses de Agosto, Setembro e Outubro a vazão disponível no Ribeirão da Onça vem se tornando insuficiente para abastecer a cidade de Elói Mendes.

No intuito de melhorar a qualidade do serviço de abastecimento público prestado à população Elóiense, partiu a ideia de construir novos reservatórios em pontos estratégicos da cidade adequando-os ao que determina a norma, para que possam atender as variações diárias de consumo e também construir uma barragem de terra, localizada próximo ao ponto de captação, na intenção de armazenar água dos períodos chuvosos e regularizar a vazão do Ribeirão da onça capaz de suprir a demanda de água exigida.

Com a crescente demanda de água potável, reservatórios com volume insuficiente para atender as variações diárias de consumo e limitada vazão disponível no manancial abastecedor, é possível afirmar que, é preciso investimentos urgentes no sistema de abastecimento público de água da cidade de Elói Mendes, evitando que a população passe por transtornos gerados com a falta de água.

## REFERÊNCIAS

AMBIENTAL, O2 Engenharia Soluções. **Rede de Distribuição**. 2014. Disponível em: <<http://o2engenharia.com.br>>. Acesso em: 14 maio 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. **NBR 12216**: Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público. Rio de Janeiro: [S.n.], 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. **NBR 12218**: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público. Rio de Janeiro:[S.n.], 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. **NBR12213**: Projeto de Captação de água de superfície para abastecimento público. Rio de Janeiro:[S.n.], 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. **NBR 12217**: Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público. Rio de Janeiro: [S.n.], 1994

Atlas Digital das Águas de Minas. Disponível em: <<http://www.atlasdasaguas.ufv.br/home.html>> Acesso em: 01 Novembro 2015.

AZEVEDO NETTO, José Martiniano; FERNANDEZ, Miguel Fernandez y; ARAÚJO, Roberto de & ITO, Acácio Eiji. **Manual de Hidráulica**. São Paulo: Edgard Blucher. 2012, 8º ed.

HIDROLÓGICA, Sistema de Informações Dados históricos de vazão. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. **Série histórica de vazão**, Acesso em: 15 maio 2015.

IBGE 2015,Censo 2010 Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/>>Acesso em 28 abr.2015.

MINISTÉRIO DA SAUDE, **Boas práticas no abastecimento de água** : procedimentos para a minimização de riscos à saúde /, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006.252 p.

PALHARES, Julio C. P. et al. **Medição da vazão em rios pelo método flutuador**. Concórdia: Embrapa, 2007.