

N. CLASS. M 628.7  
CUTTER 5586p  
ANO/EDIÇÃO 2015

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

**ENGENHARIA CIVIL**

**JOSÉ GERALDO DA SILVA**

**PROPOSIÇÃO DE ADEQUAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA  
DO MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO DO RIO VERDE - MG**

**Varginha**

**2015**

**JOSÉ GERALDO DA SILVA**

**PROPOSIÇÃO DE ADEQUAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA  
DO MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO DO RIO VERDE - MG**

Trabalho apresentado como requisito para obtenção dos créditos da disciplina TCC II, 10º período do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG; sob orientação do Prof. Doutor Leopoldo Uberto Ribeiro Junior.

**Varginha**

**2015**

**JOSÉ GERALDO DA SILVA**

**PROPOSIÇÃO DE ADEQUAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA  
DO MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO DO RIO VERDE MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Civil do Centro Universitário do Sul de Minas, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em    /    /

---

Prof. Doutor Leopoldo Uberto Ribeiro Junior

---

Prof. Ms Ivana Prado de Vasconcelos

---

Eng<sup>a</sup> Civil . Ana Paula Figueiredo

Dedico este trabalho à minha esposa Mariana pelo apoio e amor depositado em mim, à minha filha Lara e ao meu filho Raul peço desculpas pela ausência ao longo desses anos, Mila aguardamos ansiosos sua chegada.

## AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus, que tem estado sempre ao meu lado, me guardando e dando forças para prosseguir.

Aos meus pais João Carlos e Lourdes, que me incentivaram desde criança a lutar por meus objetivos, sempre me educando para ser uma pessoa de bem.

Agradeço à professora e coordenadora Ivana Prado, grande mestra, pelos ensinamentos concedidos ao longo da minha formação e pelo convívio, apoio, compreensão e amizade.

Agradeço ao professor Leopoldo Uberto, que me orientou, corrigiu e esclareceu as minhas dúvidas, e graças à ele pude realizar essa monografia; seu comprometimento, conhecimento e entusiasmo como professor foram determinantes para a escolha deste tema.

Agradeço à minha esposa Mariana Souza Angotti e Silva, maior incentivadora para concretizar este sonho que em breve se tornará real, sua paciência, muitas vezes assumindo o papel de pai devido à minha ausência, por toda a ajuda nos momentos de dúvidas, por todas as críticas e soluções; sem ela tudo seria muito mais difícil.

Agradeço aos meus filhos: Lara e Raul, por todo o carinho, razões do meu existir, e que me impulsionam a conquistar novos horizontes.

À prefeitura Municipal de São Sebastião de o Rio Verde, sempre prontos a atender quando solicitei informações que contribuíram para elaboração desta monografia.

Agradeço minha colega e amiga Agnes que muito contribuiu para elaboração deste trabalho

Enfim, agradeço à todos que de certa forma contribuíram pela realização desta graduação.

## RESUMO

O presente trabalho visa propor o estudo de viabilidade para melhoria do sistema de abastecimento de água no município de São Sebastião do Rio Verde, almejando progresso e melhoras significativas para as condições de vida dos habitantes. A necessidade de novo manancial para o abastecimento público do município de São Sebastião do Rio Verde foi detectada após fazer novas medições para verificar a indisponibilidade do recurso do sistema atual, em levantamento realizado em abril de 2015 evidenciaram que a captação dos mananciais em operação comportavam o consumo da população atual porém ao realizar uma nova coleta de dados em agosto de 2015 período de estiagem resultou um déficit na quantidade fornecida em relação à demanda, tomando base nestes dados buscou o estudo de viabilidade de projeto para concepção um novo manancial para captação. O cálculo da projeção futura da população é de suma importância para determinar a vazão necessária atendendo essa população, com os dados da vazão é possível verificar se o novo manancial comporta o abastecimento para todo o sistema, pois os existentes tem fornecimento de água inconstante podendo falhar em períodos de estiagem prolongada.

**Palavras-Chave:** População, São Sebastião do Rio Verde, abastecimento, manancial, captação, viabilidade.

## **ABSTRACT**

*This paper aims to propose the feasibility study for improving the water supply system in the city of São Sebastião do Rio Verde, targeting both progress and significant improvements to the living conditions of the inhabitants. The need of new wealth for public supply of the city of São Sebastião do Rio Verde was detected after making new measurements to verify the current system resource unavailability, in a study conducted in April showed that capture 2015 springs in operation involved the consumption of the current population however when performing a new overview of the data in August 2015 dry season resulted in a deficit in the amount provided in relation to demand by taking these data sought the feasibility study project to design a new source for funding. The calculation of the future projection of the population is of utmost importance to determine the flow rate required in the light of this population, with the flow data it is possible to check if the new source involves the supply for the whole system because the existing water supply has unstable and may fail in prolonged drought periods.*

**Keywords:** *Population, São Sebastião do Rio Verde, supply, wealth, catchment, viability.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Consumo per capita no Brasil.....	16
Figura 2- Cadastro de uso insignificante Estado de Minas Gerais.....	22
Figura 3- Captações diretas no curso de água.....	23
Figura 4- Partes constituintes de um sistema de abastecimento de água.....	24
Figura 5- Relação potencia e segurança motores para bomba centrifuga.....	27
Figura 7- Localização do município no estado de Minas Gerais.....	30
Figura 8- Vista da ocupação urbana.....	31
Figura 9- Localização da Sub-Bacia do Rio Verde.....	33
Figura 10- Disponibilidade Hídrica para as Sub-Bacias do Rio Verde.....	34
Figura 11 – Sistema de abastecimento atual Setor I Setor II Setor III Setor IV.....	35
Figura 12- Coleta de dados geográficos com GPS.....	36
Figura 13- Traçado Eta a captação.....	40
Figura 14- Local do ponto de captação.....	41
Figura 15- Rede de energia elétrica.....	41
Figura 16- Levantamento do trajeto para calculo distancia adutora de recalque.....	42
Figura 17- Travessia MG-350.....	43
Figura 18- Vista da Rua Dr. André Sarmiento.....	44
Figura 19- Trajeto sugerido entre novo ponto de captação e ETA.....	45
Figura 20- Sistema de filtragem da ETA.....	45
Figura 21- Reservatório em concreto armado.....	46

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Caracterização da ocupação urbana .....	31
Tabela 2- Caracterização do crescimento populacional .....	32
Tabela 3- Dados localização dos Mananciais.....	36
Tabela 4- Vazão de ofertada março / abril 2015 .....	38
Tabela 5- Vazão de ofertada agosto de 2015.....	38
Tabela 6- Posição geográfica dos pontos principais da viabilidade para projeto .....	42

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- COPASA – Companhia de saneamento de Minas Gerais
- EEAB – Estação Elevatória de Água Bruta
- ETA – Estação de Tratamento de Água
- FUNASA – Fundação Nacional de Saúde
- GPS – Global Position System
- m.c.a. – Metros de coluna d'água
- NBR – Normas Brasileiras
- NUCASE - Núcleo Sudeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental
- PH – Potencial Hidrogeniônico
- PMSSRV- Prefeitura Municipal de São Sebastião do Rio Verde
- SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
- SANESUL – Companhia de Saneamento Básico do Estado do Mato Grosso do Sul
- SSRV- São Sebastião do Rio Verde
- TCC – Trabalho de Conclusão de Curso
- UNIS/MG – Centro Universitário do Sul de Minas

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	OBJETIVOS.....	13
2.1	OBJETIVO GERAL.....	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	14
3.1	DIRETRIZES PARA SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA .....	14
3.2	IMPORTÂNCIA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA .....	15
3.3	DEMANDA PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA .....	16
3.3.1	Variações de Consumo.....	17
3.3.2	Projeção da população.....	18
3.3.3	Estimativa final de projeto .....	18
3.3.4	Método da Projeção Geométrica .....	19
3.4	ANÁLISE HIDROLÓGICA .....	19
3.4.1	Cadastro de Uso Insignificante .....	21
3.4.2	Outorga .....	21
3.4.3	Q7,10 e Vazão Máxima .....	22
3.5	UNIDADES CONSTITUINTES DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO .....	23
3.5.1	Mananciais.....	24
3.5.2	Manancial Superficial.....	24
3.5.3	Manancial Subterrâneo .....	24
3.5.4	Captação .....	25
3.5.5	Definição do ponto de Captação .....	25
3.5.6	EEAB (Estação elevatória de água bruta).....	25
3.5.7	Bombeamento .....	26
3.5.8	Número de conjuntos .....	27
3.5.9	Operação da Estação Elevatória de Água Bruta.....	27
3.5.10	Adutora de recalque .....	28
4	MATERIAL E MÉTODO.....	30
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	30
4.2	CARACTERIZAÇÃO DA OCUPAÇÃO URBANA.....	30
4.3	HISTÓRICOS DA POPULAÇÃO.....	32
4.4	CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DO RIO VERDE .....	32

4.5	CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA.....	34
4.6	LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DOS MANANCIAIS DE ABASTECIMENTO .....	35
5.	RESULTADOS .....	37
5.1	POPULAÇÃO DE PROJETO.....	37
5.2	POPULAÇÃO DE PROJETO.....	37
5.1.2	Medições de vazão mananciais existentes durante período chuvoso.....	38
5.1.3	Medições de vazão mananciais existentes durante a estiagem.....	38
5.3	OUTORGA .....	39
5.4	O MANANCIAL.....	39
5.4.1	Acesso ao ponto de captação .....	40
5.4.2	Disponibilidade de Energia .....	41
5.4.3	Cotas ETA -EEAB – Nível da lamina de água .....	42
5.4.4	Percurso da Adutora de recalque água bruta até a ETA.....	42
5.4.5	Seção AB do percurso da adutora de recalque.....	43
5.4.6	Seção BC do percurso da adutora de recalque.....	43
5.4.5	Seção CD do percurso da adutora de recalque .....	44
5.5	Capacidade de tratamento ETA existente.....	45
5.6	Reservação Necessária .....	46
5.7	Dimensionamento da adutora e consumo de energia EEAB para bombeamento.....	47
5.7.1	Dimensionamento da adutora.....	47
5.7.2	Calculo do consumo energia.....	47
6	CONCLUSÃO.....	48
7	REFERENCIAS.....	49

## 1 INTRODUÇÃO

Com a globalização e o aumento dos centros urbanos, a consequente impermeabilização de suas áreas tem provocado o aumento do escoamento superficial e, portanto, a necessidade de se definir técnicas de drenagem compatíveis com a localidade é imprescindível.

A água é um recurso natural essencial à manutenção da vida e do meio ambiente, sendo o abastecimento de água em períodos de escassez hídrica, de acordo com a Lei nº 9433/1997, voltado para atender a demanda humana e a dessedentação animal.

O planeta Terra é formado por  $\frac{3}{4}$  de água (doce e salgada) e apenas  $\frac{1}{4}$  de terra (continentes e ilhas).

Ela pode assumir três estados físicos. Na atmosfera a água se encontra no estado gasoso, resultado do processo de evaporação de todas as superfícies úmidas do planeta. Nos mares, rios, lagos e até no subsolo (nos lugares conhecidos como lençóis freáticos) a água se apresenta no estado líquido, que é a sua forma mais usual e conhecida. E finalmente, para completar, também encontramos a água no estado sólido, em grandes quantidades nas regiões frias do planeta, como os polos e nas grandes altitudes.

O abastecimento de água é de fundamental importância para o desenvolvimento social e econômico das cidades brasileiras, pois todas as atividades produtivas necessitam da água potável para que sejam desenvolvidas com sucesso, então, neste contexto é necessário que o sistema de abastecimento seja capaz de fornecer água em quantidade suficiente e com qualidade adequada para atender as demandas da cidade para a qual foi dimensionado.

Barros (1995) afirma que o sistema de abastecimento pode ser compreendido como o conjunto dos sistemas de redes hidráulicas e instalações empregadas para o fornecimento de água à população de uma determinada cidade. Segundo Heller e Pádua (2006), um município que apresenta uma deficiência nas suas instalações que constituem o seu sistema de abastecimento de água para atender as demandas de sua população apresenta uma das maiores dívidas social que pode existir no mundo, pois não conseguirá promover o desenvolvimento socioeconômico da mesma.

Em 2014 no Brasil as regiões: sudeste, centro-oeste e sul, passaram a maior estiagem já registrada nos últimos tempos, diversas cidades ficaram sem água por vários dias, foram necessários rodízios e racionamento, inúmeros prejuízos foram contabilizados na produção agrícola, industrial e comercial.

Deste modo foi escolhida a cidade de São Sebastião do Rio Verde-MG, a localidade que vem sofrendo com a escassez de água para abastecimento nos últimos anos com maior intensidade no período de estiagem, o racionamento é frequente, limitando o fornecimento a população, cujo causa se deve a baixa produção dos mananciais existentes no atual sistema.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Fazer um estudo de viabilidade técnica para elaboração de projeto para concepção de um novo manancial, conduzir água deste novo ponto de captação até a estação de tratamento existente e assim atender as necessidades de abastecimento de acordo com as normas técnicas e diretrizes para a população.

### 2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Fazer estimativa populacional com final de projeto acatando as normas e diretrizes no que diz respeito a cada etapa do processo;
- Calcular a vazão necessária para atendimento à população futura;
- Levantar dados históricos da vazão máxima para construção da EEAB (estação elevatória de água bruta) as margens do ponto de captação superficial;
- Levantamento de cotas das principais componentes do novo sistema para análises de viabilidade técnica e econômica;
- Indicar local de: captação, estação elevatória de água bruta e trajeto da adutora de recalque.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este trabalho tem como fundamentação as leis regentes no Brasil seguindo a normas técnicas e conceitos de especialistas em abastecimento público de água.

#### 3.1 Diretrizes para sistema de abastecimento de água

Conforme as diretrizes básicas para saneamento, está incorporada o abastecimento de água que foram estabelecidas pela Lei federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, os princípios fundamentais para a prestação de serviços públicos de saneamento deve ser fundamentada conforme art. I, XI e XIII.

A Lei Federal 11.445/07 prevê o que diz respeito a abastecimento de água a sua universalização do acesso com alta qualidade e constante, chegando ao ápice das ações e resultados seguindo as formas adequadas à saúde pública e ao meio ambiente, no processo devem ser observadas as peculiaridades locais e regionais, articulando com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social voltada para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante, todas estas medidas devem ser relacionadas à segurança, qualidade e regularidade.

O acesso universal compreendida como conjunto de todas as atividades e todos os serviços de saneamento básico deverão sempre levar em consideração a saúde pública e meio ambiente. Estas premissas serão adotadas de acordo com as peculiaridades de cada região articulados com as políticas de desenvolvimento urbano e regional com eficiência e sustentabilidade econômica, deve ser levado em consideração à utilização de tecnologias apropriadas considerando a capacidade de pagamento dos usuários adotando soluções progressivas. Os serviços prestados devem atender a população com segurança, qualidade, regularidade e uso moderado.

Meneses (2011) destaca que o homem só consegue viver em sociedade quando há uma infraestrutura planejada para aquela comunidade que seja capaz de atender aos seus anseios, sendo o sistema de abastecimento um dos sistemas integrantes desta infraestrutura.

O Sistema de Abastecimento de Água é definido, de acordo com Barros (1995), como o conjunto constituído pelas obras, por equipamentos e pelos serviços destinados ao abastecimento de água potável de uma comunidade para fins de uso doméstico, público, industrial e outros.

O sistema de abastecimento das cidades brasileiras é realizado através do Poder Público, ou seja, é da responsabilidade dos seus gestores por meio dos órgãos competentes promoverem a sua concepção e operação – após sua materialização – com a finalidade de fornecer a sua população água de qualidade e em quantidade suficiente para atender as suas necessidades. Enfim, o sistema de abastecimento de uma cidade busca adequar a demanda e a oferta de água potável.

Meneses (2011) conceitua o sistema de abastecimento público de água como um complexo de sistemas hidráulicos que apresentam como função captar, tratar e distribuir água para os municípios, em quantidade e com qualidade compatível com os anseios da população.

### **3.2 Importância do sistema de abastecimento de água**

A importância do sistema de abastecimento é que ele fornece à população a água necessária ao desenvolvimento de suas atividades no dia a dia, isto é, sem a distribuição deste recurso as populações das cidades brasileiras não teriam como se desenvolver uma vez que a água é um bem natural que é indispensável à sobrevivência do homem e do meio ambiente.

Barros (1995) afirma que a importância do sistema de abastecimento de água pode ser considerada tanto nos aspectos sanitários e sociais quanto nos aspectos econômicos. Destacando como aspectos sanitários e sociais importantes a melhoria da saúde e das condições de vida de uma comunidade; a diminuição da mortalidade em geral, principalmente da infantil; o aumento da esperança de vida da população; a diminuição da incidência de doenças relacionadas a água; a facilidade na implantação e melhoria da limpeza pública; etc.

Em relação aos aspectos econômicos, Barros (1995) cita como principais: o aumento da vida produtiva dos indivíduos economicamente ativos; a diminuição dos gastos particulares e públicos com consultas e internações hospitalares; a facilidade para instalações de indústrias, onde a água é utilizada como matéria-prima ou meio e operação; o incentivo à indústria turística em localidades com potencialidades para seu desenvolvimento.

### 3.3 Demanda para abastecimento de água

COPASA (2015) ressalta que o homem precisa de água com qualidade satisfatória e quantidade suficiente, para satisfazer suas necessidades de alimentação, higiene e outras, sendo um princípio considerar a quantidade de água, do ponto de vista sanitário, de grande importância no controle e na prevenção de doenças, como nos casos de gastroenterites.

SABESP (2015) frisa quando o consumo médio de água no Brasil, envolvendo os setores comerciais, residenciais, públicos e industriais, está estabilizado na faixa de 150 litros por habitante/dia. Em 2007, o consumo per capita foi 149,6 litros diários, subiu em 2008 para 151,2 litros e baixou em 2009 para 148,5 litros, de acordo com pesquisa divulgada pelo Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (2015), do Ministério das Cidades.

A ONU (2015) fez um levantamento no mundo considerando o consumo per capita para os habitantes, conforme figura 1, no Brasil a entidade considerou o uso de 185 litros por habitante como o local de estudo não possui hidrômetros e não é cobrado uso pela água foi considerado 200 litros por habitante.

Figura 1- Consumo per capita no Brasil

País	Consumo per capita (litros/dia para cada habitante)
Estados Unidos	575
Itália	385
México	305
Noruega	300
Alemanha	195
<b>Brasil</b>	<b>185</b>
Índia	135
China	85
Gana	35
Etiópia/Haiti	15

Fonte: ONU (2015)

O "per capita" de uma comunidade é obtido, dividindo-se o total de seu consumo de água por dia pelo número total da população servida.

Para a SABESP (2015) a quantidade de água consumida por uma população varia conforme a existência ou não de abastecimento público, a proximidade de água do domicílio, o clima, os hábitos da população. Havendo abastecimento público, varia, ainda, segundo a existência de indústria e de comércio, a qualidade da água e o seu custo.

Nos projetos de abastecimento público de água, o "per capita" adotado varia de acordo com a natureza da cidade e o tamanho da população.

Dentre eles estão relacionados: tamanho da cidade, crescimento da população, características da cidade (turística, comercial, industrial), crescimento da população tipos e; quantidades de indústrias, clima mais quente e seco, maior o consumo de água verificado, hábitos e nível socioeconômico da população.

### 3.3.1 Variações de Consumo

No sistema de abastecimento de água ocorrem variações de consumo significativas, que podem ser anuais, mensais, diárias, horárias e instantâneas. No projeto do sistema de abastecimento de água, algumas dessas variações de consumo são levadas em consideração no cálculo do volume a ser consumido.

Para Heller Pádua (2006) ao longo do ano, haverá um dia em que se verifica o maior consumo. É utilizado o coeficiente do dia de maior consumo (K1), que é obtido da relação entre o máximo consumo diário verificado no período de um ano e o consumo médio diário.

A NBR 12218 aplica valor usualmente adotado no Brasil para K1 de 1,20. Ao longo do dia tem-se valores distintos de pique de vazões horária. Entretanto haverá "uma determinada hora" do dia em que a vazão de consumo será máxima. É utilizado o coeficiente da hora de maior consumo (K2), que é a relação entre o máximo consumo horário verificado no dia de maior consumo e o consumo médio horário do dia de maior consumo. O consumo é maior nos horários de refeições e menores no início da madrugada. O coeficiente K1 é utilizado no cálculo de todas as unidades do sistema, enquanto K2 é usado apenas no cálculo da rede de distribuição.

Equação 01

$$Q = \frac{Pop \times q \times k1 \times C \text{ eta}}{86400}$$

Q = vazão calculada

Pop = população estimada para fim de projeto

q = consumo per capita diária

K1 = coeficiente adotado para o Brasil em relação ao consumo

C eta = Consumo da ETA

### 3.3.2 Projeção da população

De acordo com IBGE (2015) as projeções de população para projetos de saneamento devem considerar:

- Dados populacionais do município e distritos dos últimos quatro censos demográficos;
- População residente urbana e rural.

### 3.3.3 Estimativa final de projeto

Uma das condições de um sistema de abastecimento eficiente é que a água distribuída seja capaz de atender à demanda. Sem dúvida alguma a demanda de água cresce com a população.

Um sistema de abastecimento, quando instalado, deve ter condições de fornecer água em quantidade superior ao consumo. Todavia, depois de certo número de anos, a demanda passa a corresponder à capacidade máxima de adução e, então, diz-se que o sistema atingiu o seu limite de eficiência.

O comum é planejar-se um sistema para funcionar durante certo número  $n$  de anos. Isto impõe o conhecimento da população total que deverá ser beneficiada anos depois da elaboração do projeto.

O IBGE (2015) enfatiza a população futura tem que ser definida por previsão. Como está é sujeita a falhas, encontram-se sistemas atingindo o seu limite de eficiência antes ou depois de decorridos os anos. O importante é que a previsão seja feita de modo criterioso, com base no desenvolvimento demográfico do passado próximo, a fim de que a margem de erro seja pequena. Por outro lado, a previsão deve efetivar-se através de uma lei de crescimento que forneça o número de habitantes em qualquer época, dentro do período de  $n$  anos. Geralmente  $n$  varia de vinte a trinta anos, prazo geralmente necessário à amortização integral do capital investido nas obras.

### 3.3.4 Método da Projeção Geométrica

O IBGE (2015) define este método que considera o tempo como um exponencial para o incremento anual sobre a taxa. O crescimento populacional é função da população existente a cada instante. O método é utilizado para estimativas de menor prazo e o ajuste da curva pode ser também feito por análise da regressão.

Equação 02

$$k_G = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{t_2 - t_1}$$

$$P_t = P_2 \cdot e^{k_G(t-t_2)}$$

$k_G$  = coeficiente de crescimento populacional

$P_2$  = população do último levantamento

$P_1$  = população do primeiro levantamento

$T_2$  = ano do último levantamento populacional

$T_1$  = ano do primeiro levantamento populacional

$P_t$  = População de projeto

### 3.4 Análise Hidrológica

Todo curso d'água, conforme trata Gribbin (2014), é resultante de uma área de contribuição chamada bacia hidrográfica. Toda esta área encaminha os volumes sobre ela precipitados ao curso d'água. A linha imaginária que delimita a bacia é o divisor de águas e o ponto de análise, chamamos de enxutório. Também chamamos de talvegue a área inundável da bacia e ao seu conjunto, fundo de vale.

Tucci (1993) define hidrologia como um fenômeno de ciclo fechado entre a atmosfera e a superfície terrestre, em seus mais variados condicionamentos, desde a estratosfera até no subterrâneo. Um dos fenômenos deste ciclo é a precipitação, que é a condensação do vapor d'água da atmosfera em gotas mais densas que o ar e estas por sua vez recaem sobre a superfície. Parte se infiltra, parte escorre superficialmente. A parte que escorre superficialmente forma cursos de água que buscam ponto de deságue.

Para Tucci (1995), o conhecimento das chuvas intensas se dá por crucial para o entendimento das cheias de cursos d'água e o comportamento desta vazão na superfície. Como a construção de obras hidráulicas está associada a riscos, a correta interpretação dos dados e sua confiabilidade estão diretamente ligadas ao sucesso do empreendimento. O correto dimensionamento das obras se deve à análise dos custos associados aos riscos. A correta alocação dos recursos sem comprometimento da segurança.

Segundo Tucci (1995), os dados são coletados através de pluviômetros ou pluviógrafo, que tem por princípio a retenção de volumes que representa a altura de chuva de determinada área se o volume fosse distribuído uniformemente. E a área de abrangência destes equipamentos varia de cada situação na faixa entre 2 (dois) e 25 (vinte e cinco) quilômetros quadrados.

Assim busca-se a chamada precipitação pontual intensa, ou seja, a definidora dos parâmetros de projeto e são caracterizados pela relação intensidade-duração-frequência, obtidas através de séries históricas confiáveis e volumosas o suficiente para seguridade e confiabilidade dos resultados.

Outro modo para obtenção de dados é através de fluviógrafos, que são instalados nas seções de cursos d'água e coletam dados de vazão.

Segundo Gribbin (2014) coletar dados fluviométricos é extremamente caro e minucioso, o que explica a grande deficiência de cobertura principalmente para bacias menores.

Gribbin (2014) explica como a precipitação tem relação entre seu tempo e intensidade, a chamada curva IDF (Intensidade, Duração e Frequência), o escoamento em cursos d'água também traz uma relação, intrinsecamente relacionada à anterior. Geralmente se divide o escoamento em de base (antes da precipitação) e superficial (durante a precipitação), que são representados pelo chamado hidrograma em forma de curva, que se eleva até um pico durante a precipitação e declina novamente ao seu escoamento de base, levando em conta fatores como infiltração e perdas iniciais.

Tomaz (2011) menciona que uma vazão somatória da vazão de base com a vazão superficial, em um pico a depender da grandeza de cada uma delas. Esta vazão, associada a um fator probabilístico de reincidência deste evento, chamamos de vazão máxima de projeto para um período de retorno. As obras hidráulicas, pela sua importância, têm recomendações de períodos de retorno, ou seja, probabilidade de falha que variam de dois até dez mil anos, e especificamente para obras hidráulicas próximas ao leito de rios cem anos.

Para definição destas vazões, com período de retorno de cem anos, geralmente utiliza-se métodos probabilísticos, já que os métodos empíricos têm limitação de similaridade entre os objetos estudados. Existem também métodos baseados nos hidrogramas, porém como cita Tomaz (2011), geralmente não se tem dados pluviométricos e fluviométricos para comparação de uma bacia, principalmente de pequenas e médias.

Portanto Santos (2007) define que os métodos probabilísticos, são adequados quando se tem confiança nas séries históricas e dos dados fluviométricos, bem como às similaridades no caso de transposição de dados. O resultado da vazão está diretamente ligado ao período de retorno adotado.

#### 3.4.1 Cadastro de Uso Insignificante

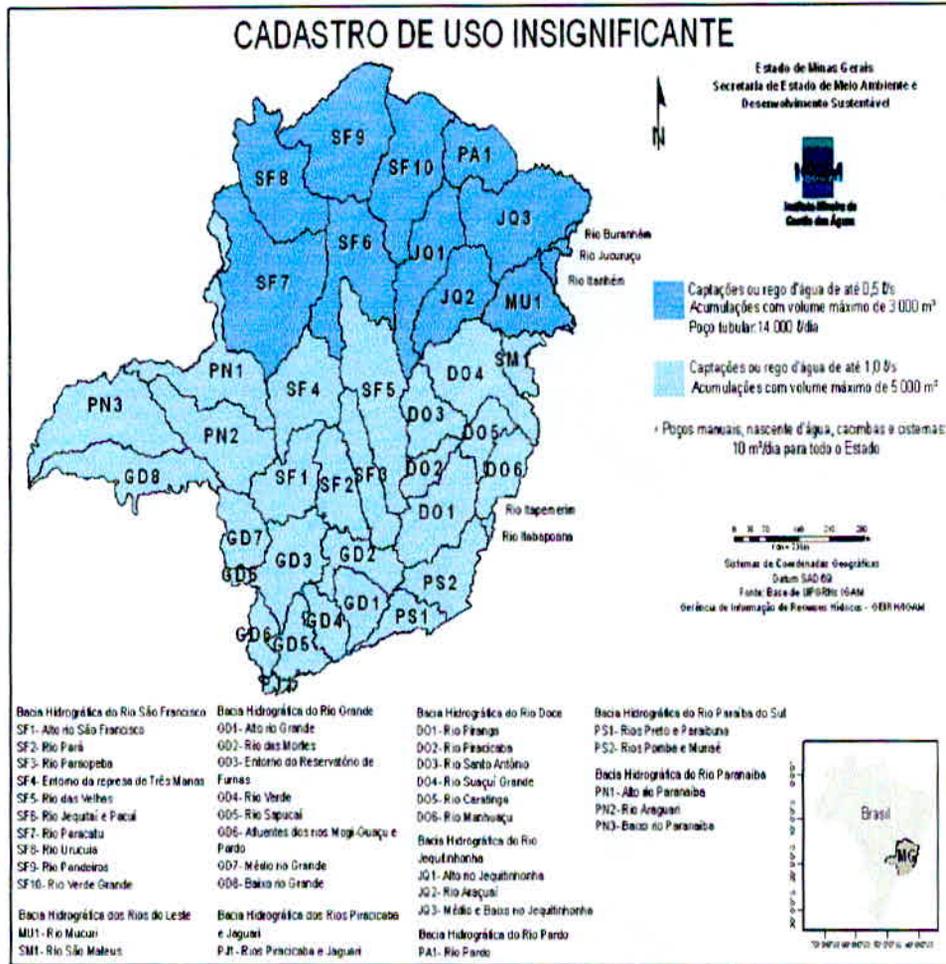
De acordo com o Igam MG (2015) a outorga é o instrumento legal que assegura ao usuário o direito de utilizar os recursos hídricos, no entanto, essa autorização não dá ao usuário a propriedade de água, mas, sim, o direito de seu uso. Portanto, a outorga poderá ser suspensão, parcial ou totalmente, em casos extremos de escassez, de não cumprimento pelo outorgado dos termos de outorga, por necessidade premente de se atenderem aos usos prioritários e de interesse coletivo, dentre em outras hipóteses previstas na legislação vigente.

#### 3.4.2 Outorga

Algumas captações de águas superficiais e/ou subterrâneas, bem como acumulações e estão sujeitas à outorga, sendo passível de Cadastro de Uso Insignificante.

O IGAM (2015) prevê para as UPGRHs - SF6, SF7, SF8, SF9, SF10, JQ1, JQ2, JQ3, PA1, MUI, Rio Jucuruçu e Rio Itanhém, são consideradas como usos insignificantes, as captações e derivações de águas superficiais com vazão máxima de 0,5 litro/segundo e acumulações em volume máximo de 3.000 m<sup>3</sup>. Para o restante do estado, são consideradas como usos insignificantes, as captações e derivações de águas superficiais menores ou iguais a 1 litro/segundo e acumulações de volume máximo igual a 5.000 m<sup>3</sup>. No caso de captações subterrâneas, tais como, poços manuais, surgências e cisternas, são consideradas como insignificantes aquelas com volume menor ou igual a 10 m<sup>3</sup>/dia, de acordo com DN CERH MG 09/2004. A figura 2 mostra a quantidade máxima que se adequa ao uso insignificante informada pelo IGAM (Instituto Mineiro de Gestão de Águas).

Figura 2- Cadastro de uso insignificante Estado de Minas Gerais

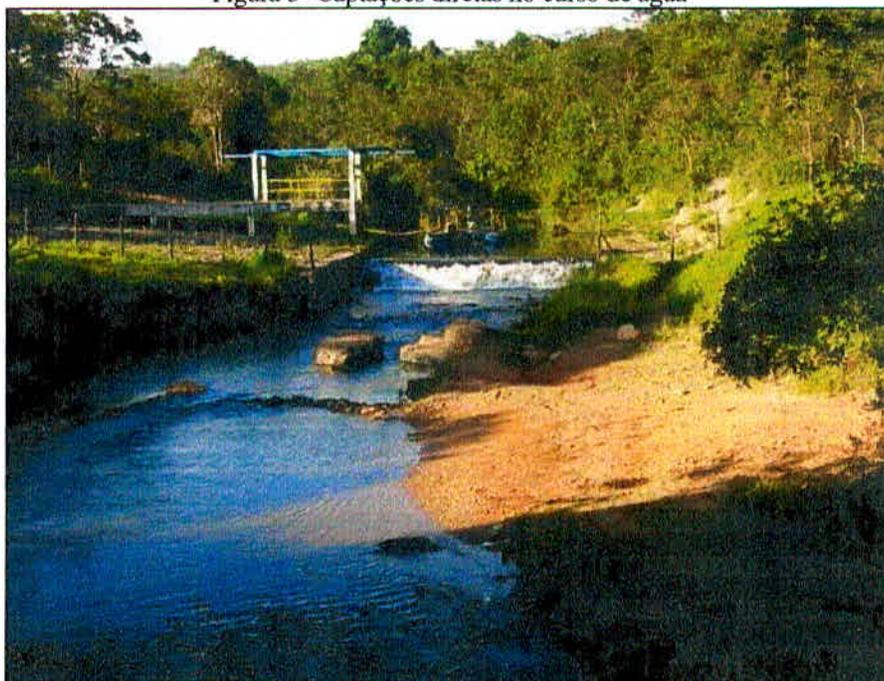


Fonte: IGAM (2015)

### 3.4.3 Q7,10 e Vazão Máxima

Segundo a COPASA (2015) considera-se conforme evidenciado na figura 3 captação direta no curso de água toda retirada ou aproveitamento de água proveniente de qualquer corpo hídrico superficial, destinada a diversas finalidades como, por exemplo, o abastecimento doméstico, a irrigação de culturas, o uso industrial, etc. Em geral as captações diretas se referem a usos consultivos da água, representadas pelas extrações de vazões ou volumes de recursos hídricos a serem outorgados.

Figura 3- Captações diretas no curso de água



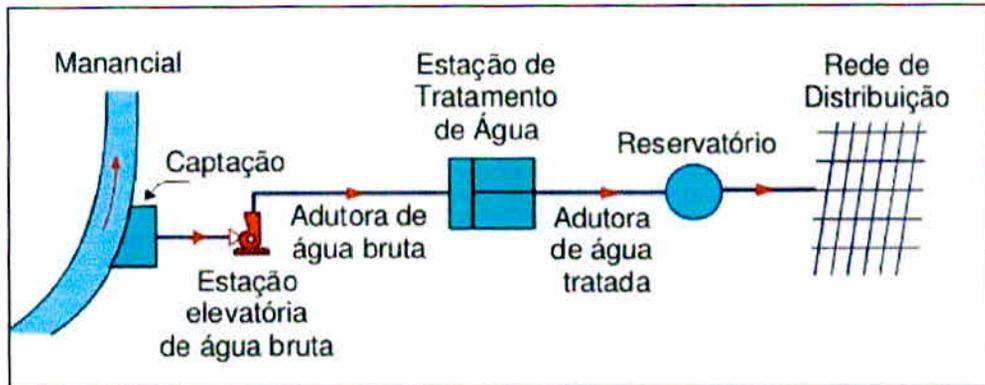
Fonte: O autor (maio 2015)

Os critérios técnicos relativos aos processos de outorga em cursos de água de domínio do Estado são determinados pela Portaria Administrativa do IGAM nº 49/2010. Essa Portaria determina que, até que se estabeleçam as diversas vazões de referência a serem utilizadas nas bacias hidrográficas, a vazão de referência adotada em todo o Estado de Minas Gerais é a  $Q_{7,10}$  (vazão mínima de sete dias de duração e dez anos de recorrência).

### **3.5 Unidades constituintes do sistema de abastecimento**

O sistema de abastecimento de água de uma determinada região, segundo Meneses (2011) é composto por unidades, são elas: manancial, captação, adução de água bruta e água tratada, estações elevatórias e/ou de recalque, reservatórios que podem ser enterrados, semienterrados, apoiados ou elevados e por uma rede de distribuição estas unidades estão evidenciadas na figura 4.

Figura 4- Partes constituintes de um sistema de abastecimento de água



Fonte: Tysutiya (2006)

### 3.5.1 Mananciais

Segundo a SABESP (2011) o manancial refere-se a qualquer local que contenha água, superficial ou subterrânea que possa ser retirada para atender as mais diversas finalidades (abastecimento doméstico, comercial, industrial e outros fins). De maneira geral, quanto à origem, os mananciais são classificados em Manancial Superficial e Manancial Subterrâneo.

### 3.5.2 Manancial Superficial

Barros (1995) ressalta que toda parte de um manancial que escoar na superfície terrestre, compreendendo os córregos, ribeirões, rios, lagos e reservatórios artificiais as precipitações atmosféricas, logo que atingem o solo, podem se armazenar nas depressões do terreno, nos lagos e represas, ou alimentar os cursos d'água de uma bacia hidrográfica, se transformando em escoamento superficial.

### 3.5.3 Manancial Subterrâneo

Para Barros (1995) a parte do manancial que se encontra totalmente abaixo da superfície terrestre, compreendendo os lençóis freático e profundo, tendo sua captação feita através de poços rasos ou profundos, galerias de infiltração ou pelo aproveitamento das nascentes. O aproveitamento de águas subterrâneas dar-se-á, normalmente, pelas seguintes

razões: qualidade satisfatória, captação próxima ao ponto ou a área de utilização, não requer tratamento completo, custo de obtenção relativamente baixo, entre outros.

#### 3.5.4 Captação

A captação de acordo com Barros (1995) é a primeira unidade do sistema de abastecimento de água e do seu constante e bom funcionamento depende o desempenho de todas as unidades subsequentes. Afirmando, ainda, que a concepção de uma unidade de captação deve considerar que não são admissíveis interrupções em seu funcionamento e que esta concepção e a escolha do local de captação da água.

#### 3.5.5 Definição do ponto de Captação

De acordo com a NBR 12213 o local a ser escolhido para captação de água de um rio deve atender as seguintes premissas:

- A captação deve ser localizada em trecho reto ou próximo a margem externa do curso d'água;
- Devem ser reduzidas ao mínimo as alterações do curso d'água como consequência da implantação da obra, em face de possibilidade de erosão ou assoreamento;
- Deve ser investigado o processo de sedimentação em desenvolvimento no local previsto para instalação da captação;
- As obras de captação devem ficar protegidas da ação erosiva das águas e dos efeitos decorrentes de remanso e variação do nível do curso de água;
- O projeto deve prever o acesso permanente ao ponto de captação.

#### 3.5.6 EEAB (Estação elevatória de água bruta)

Segundo Porto (2004), a localização de muitas cidades em cotas bastante elevadas em relação aos recursos próximos, ou à enorme distância dos recursos que se encontram em posição mais alta que a cidade, constitui obstáculos à adoção de sistemas que funcionam por gravidade, no qual há o aproveitamento da energia potencial de posição para o transporte da água. Devido a tal fato, se faz necessário transferir energia para o líquido, por meio de um

sistema eletromecânico, a fim de vencer esses obstáculos. Um conjunto destinado a elevar água denomina-se sistema elevatório ou sistema de recalque.

### 3.5.7 Bombeamento

WEG Motores (2015) define bombas como máquinas acionadas que recebem energia de uma fonte motora, transformam em energia cinética e energia de pressão e a transmitem ao fluido bombeado. A utilização de bombas ocorre sempre que se necessita aumentar a pressão de um fluido, transportá-lo pela tubulação de ponto a outro de uma planta, seguindo as condições de vazão e pressão. Embora sendo 1CV 0,986HP, esta diferença não é tão significativa, pois a folga final dada ao motor e o arredondamento para valores comerciais de potência praticamente anulam a preocupação de se trabalhar com CV ou HP.

Equação 03

$$P_{ed} = \frac{\gamma \cdot Q_s \cdot \Delta h}{\eta_{mb}}$$

$\eta_{mb}$

$P_{ed}$  - potência elétrica dissipada no elemento kW ;

$\gamma$  - peso específico da água 9,806 kN m<sup>3</sup>;

$\Delta h$  (H) perda de carga no elemento;

$Q_s$  - vazão bombeada pelo sistema hidráulico,

$\eta_{mb}$  - rendimento do conjunto motobomba.

A WEG Motores (2015) determina que o motor que aciona a bomba deverá trabalhar sempre com uma folga ou margem de segurança a qual evitará que o mesmo venha, por uma razão qualquer, operar com sobrecarga. Portanto, recomenda-se que a potência necessária ao funcionamento se da bomba seja acrescida de uma folga, conforme especificação na figura 5.

Figura 5- Relação potência e segurança motores para bomba centrífuga

Potência exigida pela Bomba (Pot)	Margem de segurança recomendada (%)
Até 2 cv	50%
De 2 a 5 cv	30%
De 5 a 10 cv	20%
De 10 a 20 cv	15%
Acima de 20 cv	10%

Fonte: WEG Motores Elétricos (2015)

Define-se o rendimento de qualquer máquina como sendo o quociente da energia por ela produzida, pela energia a ela fornecida (“energia ganha / energia paga”). No caso do rendimento de uma bomba temos

### 3.5.8 Número de conjuntos

Para a COPASA (2015) um sistema de abastecimento da água não pode sofrer soluções de continuidade sob pena de ter sua eficiência, medida pelo binômio, quantidade e qualidade, comprometida. Para que tal situação não ocorra as estações elevatórias são dimensionadas com conjuntos de reserva de modo que sempre que ocorrer impossibilidade de funcionamento de alguma máquina, esta seja substituída por outra de igual capacidade para manter o pleno funcionamento da linha. O número de conjuntos de reserva deve ser compatível com as condições operacionais e deve ser de, pelo menos, um conjunto de reserva.

### 3.5.9 Operação da Estação Elevatória de Água Bruta

COPASA (2015) coloca que o horário de funcionamento do sistema de recalque para melhor relação economia X consumo de energia se dá entre as 21:00 até as 17:00 horas do dia seguinte neste período totalizando 20 horas estão disponíveis para operação, o período de horário de pico quando houver paralização do bombeamento também é utilizado para pequenas manutenções do sistema.

### 3.5.10 Adutora de recalque

A Sanesul (2015) define como adutora de recalque quando há necessidade de conduzir água e o local de captação estiver em um nível inferior, que não possibilite a adução por gravidade, é necessário o emprego de equipamento de recalque (conjunto moto-bomba e acessórios). O sistema de adução é composto por condutos forçados. A escolha da adutora, segundo o material utilizado na fabricação do conduto, varia de acordo com fatores como:

- Método de fabricação dos tubos e acessórios;
- Condição de funcionamento hidráulico;
- Pressão interna e durabilidade do material face às características do solo;
- Cargas externas;
- Natureza da água transportada;
- Custo.

Os materiais mais empregados são:

- PVC;
- Ferro fundido, cimentado internamente;
- Aço soldado;
- Aço com junta ponta e bolsa, junta travada, etc;
- Concreto armado;
- Fibra de vidro impregnado em resinas de poliéster;
- Polietileno.

A Sanesul (2015) frisa que o trajeto para instalação das tubulações devem ser os mais próximos entre as estações porem deve ser observado o tipo de pavimentação que facilite o trabalho de escavação e recomposição, utilizar ruas e logradouros públicos para evitar altos custos com desapropriação durante implantação desta parte do sistema.

Segundo Barros (2005) a equação desenvolvida pelo Engenheiro Civil e Sanitarista Philipp Forchheimer (1852-1933) são utilizadas para 02 tipos de adução:

- para adução contínua funcionamento 24 horas;
- para adução descontínua de intervalo

Equação 04

$$D = 1,3 \cdot (X/24)^{1/4} \cdot Q^{1/2}$$

Onde:

Q= Vazão de adução (m<sup>3</sup>/s), vazão de bombeamento.

X= Hora menor que 24 horas

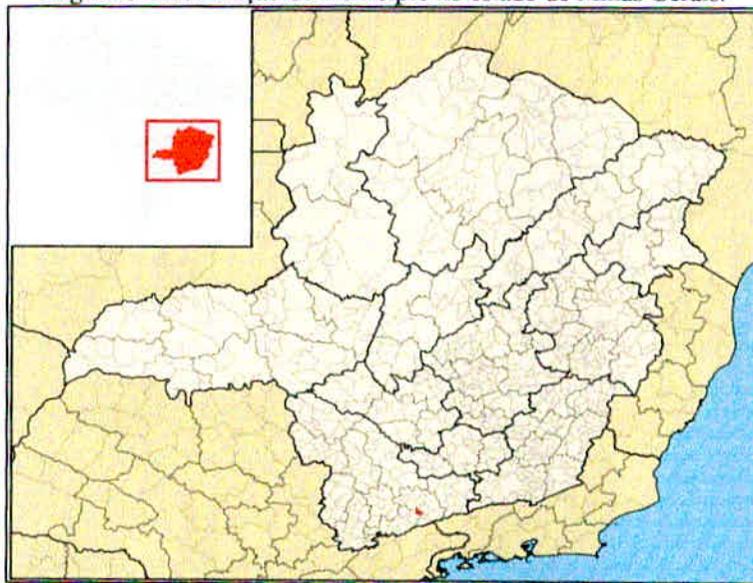
D= Diâmetro da tubulação (m)

## 4 MATERIAL E MÉTODO

### 4.1 Caracterização da área de estudo

De acordo com FIEMG (2015) o povoado foi formado ao redor de uma capela, em 1891, e depois se reforçou com a construção da antiga estação da Rede Mineira de Viação 1899. Em 1953, o distrito nasce com sede no povoado Estação de Pouso Alto até se emancipar como São Sebastião do Rio Verde em 1 de março de 1963. Está localizada de acordo com a figura 7 na região do Sul de Minas Gerais denominada Terras Altas da Mantiqueira com altitude de 897 m, latitude -22.2157, longitude -44.9827 e território de 92 km<sup>2</sup>, seus confrontantes municipais são: Pouso Alto, São Lourenço, Virginia, Dom Viçoso, Carmo de Minas e Itanhandu. As principais atividades econômicas são: a agropecuária e confecções de acordo com o IBGE (2015). A Secretaria de Saúde do Município informa que a população atual e de 2124 habitantes (somatório urbana e rural).

Figura 6- Localização do município no estado de Minas Gerais.



Fonte: FIEMG (2015)

### 4.2 Caracterização da ocupação urbana

As edificações existentes na área da cidade, tanto residências como comerciais, são na sua maioria unidades de padrão médio e terrenos em média 360 m<sup>2</sup>, e possuem uma testada

média de 10 metros. Com dados fornecidos pela secretaria de planejamento, a ocupação por edificações encontra-se dimensionadas evidenciadas na tabela 1.

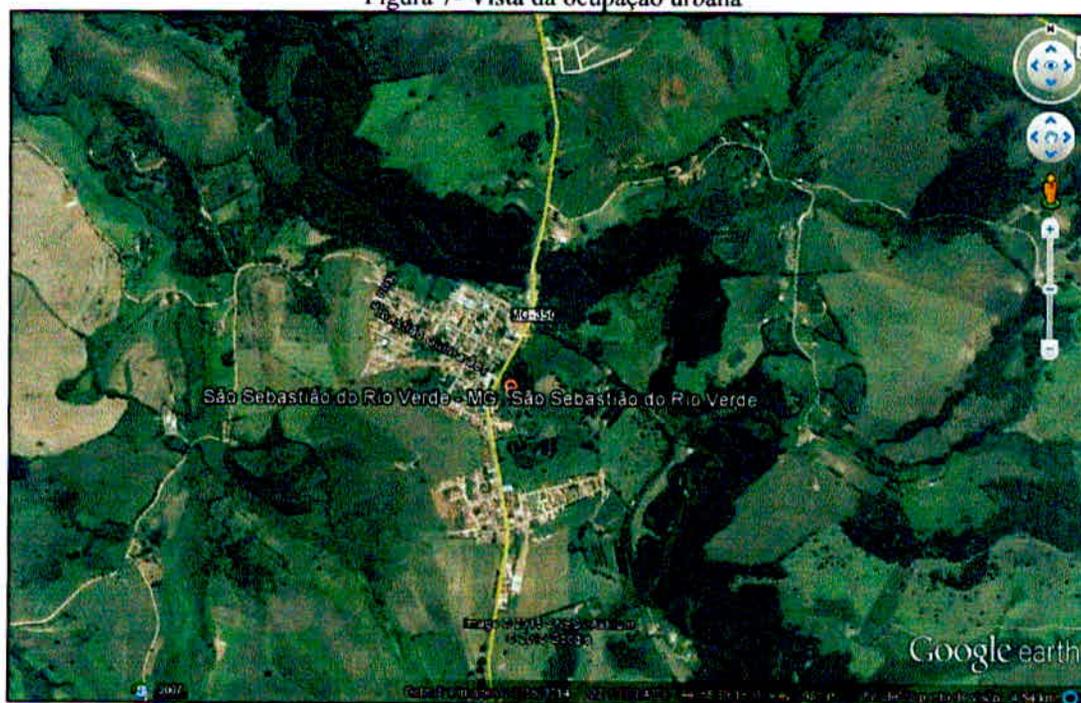
Tabela 1- Caracterização da ocupação urbana

<b>DADOS DE OCUPAÇÃO URBANA</b>	
<b>Utilização</b>	<b>Quantidade</b>
Comerciais	55
Industriais	5
Públicos	22
Residenciais	595
<b>Total</b>	<b>677</b>

Fonte: Secretaria de Planejamento do município SSRV (março 2015)

A ocupação que foi originada em torno da antiga estação hoje seu crescimento acompanha a rodovia MG-350 que liga a cidade a sua vizinha Virginia, os traçados de ruas são bem planejados, a cidade margeia o Rio Verde. A figura 8 traduz à localização da cidade as margens do sinuoso rio.

Figura 7- Vista da ocupação urbana



Fonte: Google Earth adaptado pelo autor 23/04/2015

### 4.3 Históricos da população

De acordo com dados da Secretaria de Saúde SSRV (2015) na tabela 02 a população cresceu consideravelmente nos últimos 30 anos, a ocupação urbana aumentou em 53,85 % de 1985 a 2015 este aumento se deu ao êxodo rural e o retorno de moradores que voltaram a residir em sua terra natal após se aposentarem por serviços prestados principalmente nas indústrias e montadoras localizadas no Vale do Paraíba.

Tabela 2- Caracterização do crescimento populacional

Ano	Rural	Urbana	Total
1985	589	791	1380
1995	796	1066	1862
2005	867	1217	2084
2015	485	1639	2124

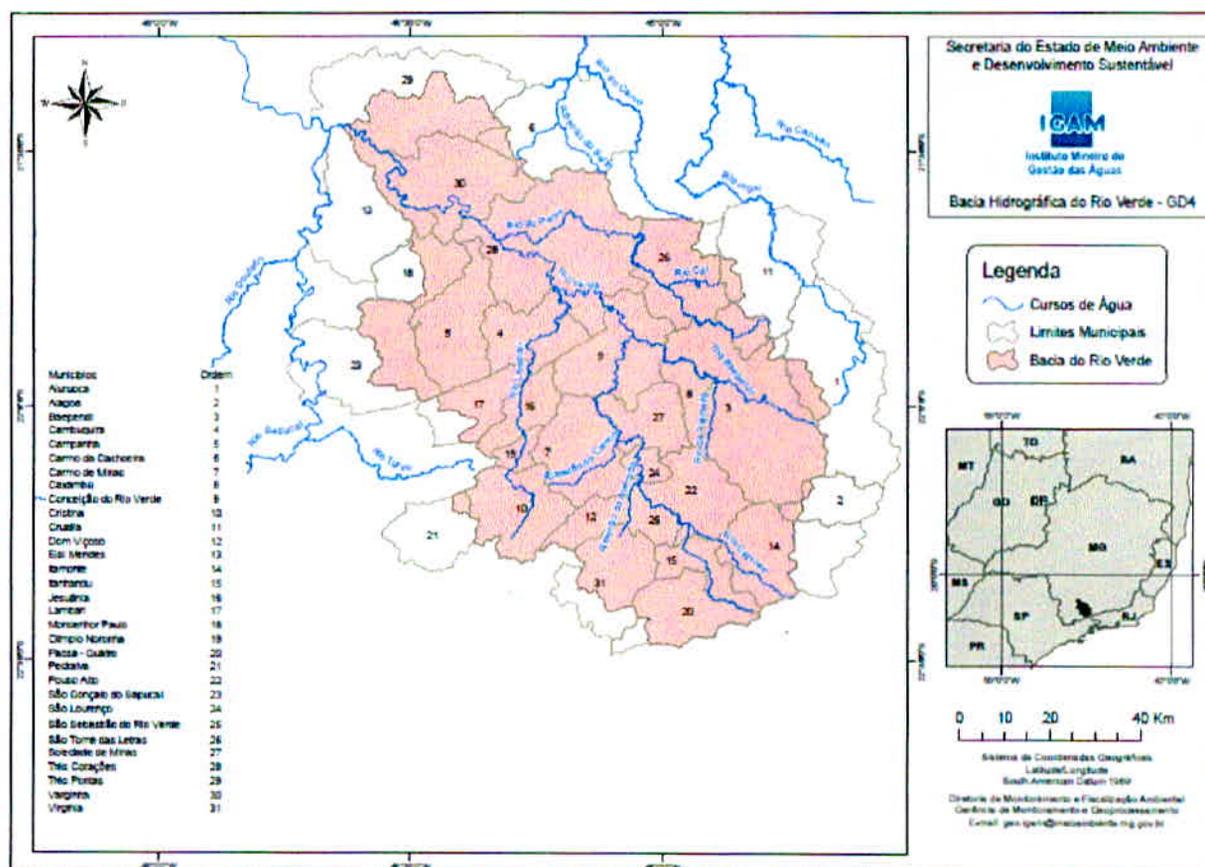
Fonte: Secretaria de Saúde São Sebastião do Rio Verde (março 2015)

Os dados populacionais são de extrema importância para calcular a demanda de abastecimento de água para o município.

### 4.4 Caracterização da bacia do Rio Verde

De acordo com o IGAM (2015) a bacia do rio Verde localiza-se na mesorregião Sul/Sudoeste de Minas e possui uma área de drenagem aproximada de 6.900 km<sup>2</sup>. O rio Verde nasce no limite dos municípios de Passa Quatro e Itanhandu; na vertente ocidental da Serra da Mantiqueira, a cerca de 2600 m de altitude, próximo à divisa de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro; e segue em direção a oeste do Brasil, correndo pelas encostas da Serra da Mantiqueira até desaguar na represa de Furnas, no limite dos municípios de Elói Mendes e Três Pontas, onde atinge uma cota altimétrica aproximada de 800m, essas descrições da bacia estão evidenciadas na figura 9.

Figura 8- Localização da Sub-Bacia do Rio Verde



Fonte: IGAM, 2015.

Os principais setores econômicos da Bacia são: o agropecuário, tendo como produtos: café, pecuária leiteira, avicultura de postura, culturas temporárias e frutíferas; o industrial, representado pela produção de pedras ornamentais e exploração de águas minerais e o de serviços, caracterizados pelo agronegócio, importação e exportação, alojamentos e alimentação.

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2015) regime pluviométrico da região caracteriza-se por uma concentração de chuvas no período de verão (dezembro a fevereiro); a precipitação média é de 1450 mm/ano. A vazão de referência adotada na Bacia é a estabelecida pela Portaria 010/1998 do IGAM, e correspondente à Q7, 10 (vazão mínima de sete dias de duração e dez anos de recorrência).

O IGAM (2015) avalia a disponibilidade hídrica contou com estudos das curvas regionais obtidas das séries de vazões médias mensais homogêneas das 21 estações fluviométricas utilizadas nos estudos hidrológicos para cada uma das 15 sub-bacias; e com

pontos de controle ao longo da calha principal do rio Verde. Estas medições estão disponibilizadas na figura 10.

Figura 9- Disponibilidade Hídrica para as Sub-Bacias do Rio Verde

Sub-bacia	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)	Vazão específica (l/s/km <sup>2</sup> )				Vazão (m <sup>3</sup> /s)			
			Q <sub>MLT</sub>	Q <sub>7.10</sub>	Q <sub>90</sub>	Q <sub>95</sub>	Q <sub>MLT</sub>	Q <sub>7.10</sub>	Q <sub>90</sub>	Q <sub>95</sub>
Alto Rio Verde	305.83	4.44	23.67	5.96	8.18	7.95	7.24	1.82	2.50	2.43
Rib. Caeté	171.01	2.48	27.18	12.76	10.61	9.42	4.65	2.18	1.81	1.61
Rib. do Aterrado	213.35	3.10	25.78	10.53	9.77	8.88	5.50	2.25	2.08	1.90
Rib. Pouso Alto	95.01	1.38	31.25	17.43	12.65	10.91	2.97	1.66	1.20	1.04
Rio Capivari	308.10	4.47	23.63	5.85	8.14	7.93	7.28	1.80	2.51	2.44
Rio Passa Quatro	176.46	2.56	26.98	12.47	10.49	9.34	4.76	2.20	1.85	1.65
Médio Rio Verde	579.53	8.41	25.24	14.58	11.49	9.93	14.63	8.45	6.66	5.75
Rib. do Carmo	97.68	1.42	22.61	13.10	10.38	9.19	2.21	1.28	1.01	0.90
Rio Baependi	1136.69	16.49	49.18	30.16	22.31	19.46	55.91	34.28	25.36	22.12
Baixo Rio Verde	738.95	10.72	21.39	12.64	8.89	7.68	15.81	9.34	6.57	5.68
Rib. da Espera	403.65	5.86	17.38	11.59	8.67	7.06	7.02	4.68	3.50	2.85
Rio do Peixe	910.29	13.21	22.19	12.83	8.93	7.81	20.20	11.68	8.13	7.11
Rio Lambari	942.55	13.68	21.73	14.20	10.43	7.83	20.48	13.39	9.83	7.38
Rio Palmela	568.99	8.26	20.01	12.29	8.81	7.47	11.39	6.99	5.01	4.25
Rio São Bento	243.38	3.53	11.18	9.89	8.33	6.11	2.72	2.41	2.03	1.49
<b>Bacia do Rio Verde</b>	<b>6891.46</b>	<b>100.00</b>	<b>19.08</b>	<b>10.83</b>	<b>8.78</b>	<b>7.44</b>	<b>131.50</b>	<b>74.65</b>	<b>60.52</b>	<b>51.25</b>

Fonte: IGAM, 2015

Estudos realizados pelo IGAM (2015) constataram que as demandas totais de uso da água para retiradas nos trechos Alto, Médio e Baixo rio Verde somam uma vazão de 2,30 m<sup>3</sup>/s. Deste montante, o trecho do Baixo rio Verde contribui com 1,60 m<sup>3</sup>/s, sendo superior a 4 vezes a demanda do Médio e 2,7 vezes a demanda do Alto trecho. Em relação às sub-Bacias, na do Baixo rio Verde concentra-se quase a metade de toda a vazão retirada na Bacia. O abastecimento público (47%) e o industrial (30%) se destacam como as principais classes de uso na Bacia do rio Verde.

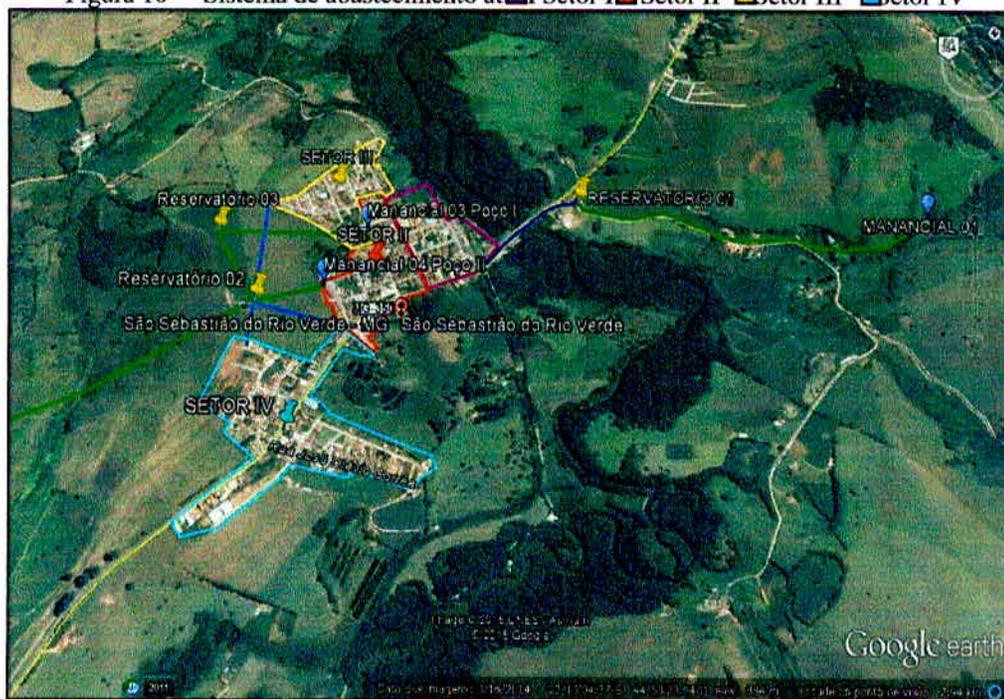
#### 4.5 Caracterização do sistema

O fornecimento de água é de responsabilidade da prefeitura todo o processo operacional é realizado por mão de obra própria, não há cobrança ou medição no consumo de água para os moradores, o município não possui registros ou projetos que norteiam a realização do estudo para novas ampliações ou verificações de possíveis falhas no sistema, a figura 11 apresenta os dados para estudo. Foram concebidos em campo e relatos de

trabalhadores que fazem parte da equipe de operação do sistema de abastecimento da cidade, sistema que é composto por:

- 02 pontos de captação via manancial superficial que são aduzidos por gravidade;
- 02 pontos por manancial subterrânea poço profundo aduzido por recalque;
- 03 reservatórios;
- 04 redes de distribuição ramificada.

Figura 10 — Sistema de abastecimento at  Setor I  Setor II  Setor III  Setor IV



Fonte: Google Earth adaptado pelo autor (2015)

#### 4.6 Localização e características dos mananciais de abastecimento

O município é composto por diversas nascentes e está compreendido nas estâncias hidrominerais no sul do estado de Minas Gerais, seu potencial em manancial é de forma subterrânea e superficial, após levantamento em campo foram obtidos dados significantes para estudo indicados na tabela 3.

Tabela 3- Dados localização dos Mananciais

Nomenclatura	Tipo de captação	Altitude (m)	Latitude	Longitude
I	Superficial	915	22 12 24.7	44 57 54.4
II	Superficial	1129	22 17 54.3	45 00 54.4
III	Poço profundo	886	22 13 01.8	44 58 45.8
IV	Poço profundo	902	22 13 09.9	44 58 44.4

Fonte: O autor

Para coleta das coordenadas e cotas dos pontos contou com o auxílio de um receptor de sinais de satélites artificiais do sistema GPS (Global Position System), modelo Etrex Vista HCX Garmin, para localização dos pontos e cotas. A figura 12 apresenta dados coletados em campo com o instrumento referente ao local indicado para construção EEAB.

Figura 11- Coleta de dados geográficos com GPS



Fonte: O autor (março 2015)

## 5. RESULTADOS

Os resultados obtidos foram de grande utilidade no que diz respeito a um pré-levantamento de dados para projeto de captação visando a melhoria do sistema de abastecimento público do município de São Sebastião do Rio Verde, o local a ser construído a Estação Elevatória de Água Bruta tem boa acessibilidade e próximo a rede elétrica, o trajeto da adutora de recalque tem por definição considerações que atendem as premissas técnicas e econômicas que viabilizam a elaboração do projeto.

### 5.1 População de projeto

Para calcular a população de projeto foram utilizados dados da Secretaria Municipal de Saúde de São Sebastião do Rio Verde MG, de posse destes dados utilizou-se a equação para o método de projeção aritmética com valores referente a população urbana que recebe água do sistema.

Equação 01

$$k_G = \frac{\ln 1639 - \ln 791}{2015 - 1985} = 0,0248$$

$$P_t = 1639 \cdot e^{0,0248(30)}$$

$$P_t = 3.396 \text{ habitantes}$$

### 5.2 População de projeto

Este levantamento prevê o fornecimento do novo manancial para toda a população por se tratar de uma fonte que poderá atender a população nos períodos de estiagem que a oferta dos mananciais existentes pode baixar ou até mesmo extintas. Assim com os dados da população foi encontrada a vazão necessária para atender a população de projeto para 30 anos.

### 5.1.2 Medições de vazão mananciais existentes durante período chuvoso

Com base na população atual de 2015 foi calculada a vazão de demanda e oferta. Medições para as adutoras oriundas dos mananciais e encontrados resultados que satisfazem as necessidades atuais da população, porém, o período que foi coletado os dados estava no período chuvoso, estas medições ocorreram em meados do mês de março e abril de 2015 com os seguintes resultados.

Tabela 4- Vazão de ofertada março / abril 2015

Adutora	Reservatório	Ø mm mm	COTA MONTANTE m	COTA JUZANTE m	Vazão atual l/s	TOTAL litros/dia
I	I	75	915	886	1,67	676.512
II	II	100	1129	960	3,97	
III	III	50	886	975	1,08	
IV	II	50	902	960	1,11	

Fonte: PM SSRV ( Abril 2015).

### 5.1.3 Medições de vazão mananciais existentes durante a estiagem

Em medições realizadas no período de chuvas encontrou uma vazão de produção dos mananciais superior à demanda da população isto levou a necessidade de realizar novas medições os resultados podem ser observado na tabela 5.

Tabela 5- Vazão de ofertada agosto de 2015

Adutora	Reservatório	Ø mm mm	COTA MONTANTE m	COTA JUZANTE m	Vazão atual l/s	TOTAL litros/dia
I	I	75	915	886	0,96	459.648
II	II	100	1129	960	2,63	
III	III	50	886	975	0,78	
IV	II	50	902	960	0,95	

Fonte: PM SSRV ( Agosto 2015)

Equação 03:

$$Qd = \frac{3396 \times 200 \times 1,2}{86400} 1,03 = 9,71 \text{ l/s}$$

Volume do déficit diário = volume de demanda – volume oferta

439.491 – 589.248 = - 250.243 litros

### 5.3 Outorga

Com esta estimativa de vazão em 9,71 l/s torna-se necessário a entrada com pedido de outorga, pois o limite máximo para captação de águas superficiais como uso insignificante para bacia do Rio Grande é de 1 l/s. O Q7-10 foi utilizado o do Alto Rio Verde de 1920 l/s com a vazão máxima de 2500 l/s a vazão estimada para abastecimento será retirada de um volume de 580 l/s.

### 5.4 O manancial

O novo manancial indicado foi o Rio Verde, o principal afluente do município e o mais próximo da ETA foram fatores unânimes que levaram a escolha desta nova fonte de recurso. O Rio Verde fornece água para outros municípios que utilizam a água a jusante e montante do ponto de adução então contribuem como indicativo positivo no que se diz respeito a qualidade da água a ser captada a figura 13 evidencia as características que levaram a escolha. A figura 12 mostra os pontos de captação e o traçado sugerido para a adutora de recalque ate a ETA existente.

Figura 12- Traçado Eta a captação



Fonte: Google Earth adaptado pelo autor (2015)

- Trecho reto não sinuoso que dificulta o acumulo de dejetos e sedimentos;
- Próximo a entrada da cidade facilitando o acesso de implantação e operação;
- Esta próxima à rede de energia elétrica reduzindo o custo de implantação;
- Local o mais próximo da Eta contemplando percurso para adutora de água bruta em ruas e logradouros municipais o que elimina desapropriações de propriedades de terceiros.

#### 5.4.1 Acesso ao ponto de captação

Local de fácil acesso com estrada toda pavimentada ate o ponto de captação escolhido no Rio Verde, a pista de rolamento é pavimentada e esta em perfeitas condições de trafego. O local encontra-se no mesmo nível de uma ponte recém-construída conforme figura 14, fator que ressalta a segurança com período de retorno para inundações.

Figura 13- Local do ponto de captação



Fonte: O autor (Setembro 2015)

#### 5.4.2 Disponibilidade de Energia

A 12 m do local definido para a Estação Elevatória de Água Bruta há passagem de rede elétrica da concessionária Companhia Energética de Minas Gerais S.A que poderá atender o projeto apresentado o projeto elétrico com a carga necessária para operação da Estação. A figura 15 apresenta a o posteameto da concessionária CEMIG que é responsável pelo fornecimento de Energia no município.

Figura 14- Rede de energia elétrica



Fonte: O autor (Setembro 2015)

### 5.4.3 Cotas ETA -EEAB – Nível da lamina de água

Com o auxílio do GPS foram levantados às cotas dos pontos de estudos indicados na tabela 06, estes dados são de grande importância para verificar o posicionamento de cada ponto da nova parte do sistema e futuramente poderão ser utilizados para norte de cálculo de dimensionamento de equipamentos e tubulações s utilizados para recalcar a água bruta até a ETA.

Tabela 6- Posição geográfica dos pontos principais da viabilidade para projeto

Ponto do Sistema	COTA m	Latitude	Longitude
Lamina de água Rio Verde	879	22 12 52.70	44 52 32.11
Montante adutora	885	22 12 52.60	44 52 32.17
Eta existente	960	22 13 16.17	44 58 48.60

Fonte: O autor (Setembro 2015)

### 5.4.4 Percurso da Adutora de recalque água bruta até a ETA

O percurso da adutora é dividido em três trechos A-B, BC e CD cada um com sua peculiaridade no que diz respeito à pavimentação e ocupação do solo. As medições para determinar o comprimento do trajeto para implantação da adutora de água bruta foram realizadas com auxílio do equipamento Trena roda fabricante Vonder, Modelo V9999 conforme figura 16.

Figura 15- Levantamento do trajeto para calculo distancia adutora de recalque

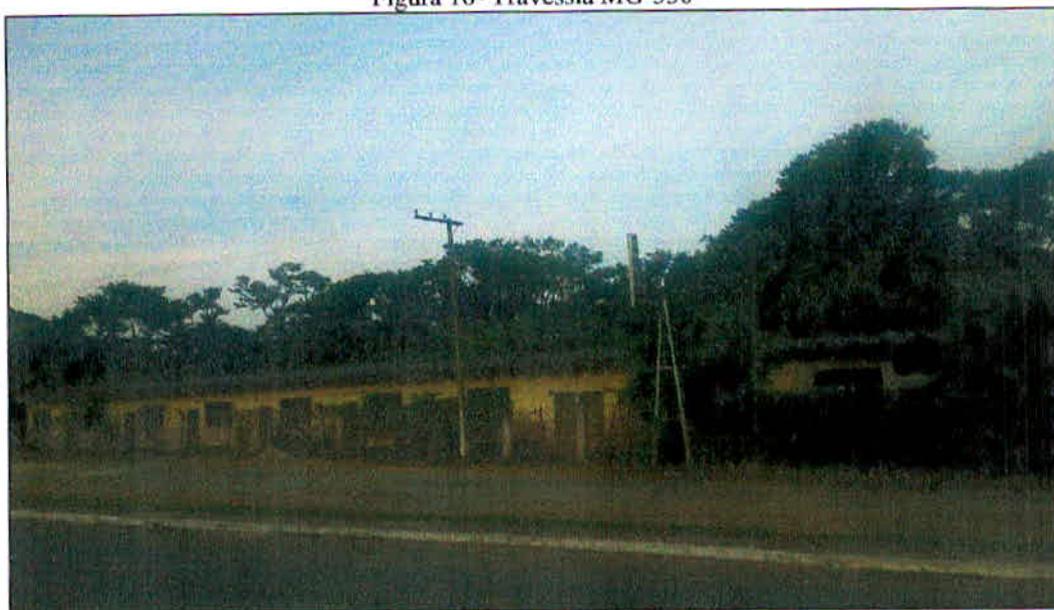


Fonte: O autor (setembro 2015)

#### 5.4.5 Seção AB do percurso da adutora de recalque

Esta primeira seção possui extensão de 220 metros sua pavimentação é composta por uma travessia de 08 metros em asfalto da rodovia estadual MG-350 mostrado na figura 17 e 212 metros em sem pavimentação ate inicio da Rua Dr. André Sarmiento nº 27 ponto que já inicia o calçamento com bloquete sextavado.

Figura 16- Travessia MG-350



Fonte: O autor (setembro 2015)

#### 5.4.6 Seção BC do percurso da adutora de recalque

Esta extensão a tubulação é indicada a percorrer no perímetro urbano em todo o trajeto da Rua Dr. André Sarmiento por 334 metros com pavimentação de bloquete sextavado após este calçamento no final do percurso são 93 metros de paralelepípedo indicado na figura 18 totalizando 427 metros em todo o trajeto.

Figura 17- Vista da Rua Dr. André Sarmento



Fonte: O autor (setembro 2015)

#### 5.4.5 Seção CD do percurso da adutora de recalque

O percurso CD para passagem de adutora de água bruta vai por ruas e logradouros e propriedade particular onde já possui a adutora do manancial IV nesta seção com comprimento de 326 m não há pavimentação por já possuir uma adutora no local descaracteriza necessidade de indenização para implantar novas tubulações. Assim completa o enlace completo entre Estação Elevatória de Água Bruta ate a Estação de Tratamento de Água evidenciado na figura 19 totalizando 965 metros.

Figura 18- Trajeto sugerido entre novo ponto de captação e ETA



Fonte: Google Earth adaptado pelo autor (2015)

### 5.5 Capacidade de tratamento ETA existente

Segundo informações da Prefeitura municipal de São Sebastião do Rio Verde a ETA atual possui capacidade de tratar uma vazão de 20 l/s assim evita a necessidade de ampliar a capacidade, pois a vazão para final de projeto esta abaixo da capacidade. A figura 20 apresenta parte dos equipamentos do sistema de tratamento.

Figura 19- Sistema de filtragem da ETA



Fonte: O autor (setembro 2015)

## 5.6 Reservação Necessária

O sistema conta com 03 reservatórios com capacidade de armazenamento total de 260.000 litros de água, o dimensionamento da reservação atual necessária dividido em 02 reservação, o maior deles e foi construído em concreto armado que pode ser verificado na figura 21, sua capacidade de reservação é de 200 m<sup>3</sup>

Figura 20- Reservatório em concreto armado



Fonte: O autor (setembro 2015)

Equação 01:

$$V = \frac{\text{Pop} \times q \times k1}{3}$$

Pop = População de projeto

q consumo per capta = 200 litros

k1=1,2

$$V = \frac{3396 \times 200 \times 1,2}{3}$$

$$V = 271,680 \text{ m}^3$$

Haverá necessidade de ampliar a capacidade de reservação em 20.000 litros pois a existente não atende a demanda de projeto.

### 5.7 Dimensionamento da adutora e consumo de energia EEAB para bombeamento

Utilizando a vazão de projeto foi calculado realizado novo calculo contemplando o tempo de operação previsto de 20 horas retirando o período de pico entre das 17:00 as 21:00 a vazão será de 11, 65 l/s, com esta vazão será dimensionado a adutora e o consumo de energia previsto para o conjunto de motobomba.

#### 5.7.1 Dimensionamento da adutora

A adutora prevista em material de ferro fundido revestimento epóxico utilizando o coeficiente para tubulação nova, sua extensão de 965 metros, com altura manométrica de 81 metros, para uma vazão de operação de 11,65 l/s tem seu diâmetro definido comercialmente em 150 mm.

Equação 04

$$D = 1,3 \cdot (X/24)^{1/4} \cdot Q^{1/2}$$

$$D = 1,3 \cdot (20/24)^{1/4} \cdot (11,65/1000)^{1/2}$$

$$D = 134,06 \text{ mm diâmetro comercial } 150 \text{ mm}$$

#### 5.7.2 Calculo do consumo energia

O conjunto motobomba devera possuir um equipamento reserva para ser utilizado em manutenções preventivas e corretivas atendendo um rendimento de 70 % operando em 20 horas com paralisação de 04 horas no horário de pico entre das 17:00 as 21:00 consumindo aproximadamente 19,836 kW/h apresentara um consumo de 11.616 kw h/mês.

## 6 CONCLUSÃO

Neste trabalho abordou o assunto sobre estudo de viabilidade para projeto do novo manancial de abastecimento do Município de São Sebastião do Rio Verde –MG, a população de projeto foi utilizada para calcular a vazão do novo manancial pois os existentes possui uma amplitude elevada entre máxima e mínima da produção com confiabilidade baixa para fornecimento. O local do novo manancial atende a acessibilidade e características técnicas de operacionalidade da Estação Elevatória de Água Bruta tomando uma ponte como referencia no local caracteriza como seguro de inundações o local do empreendimento. O percurso da adutora de recalque foi indicado em ruas, logradouros públicos e locais com área de servidão que facilitam o processo construtivo e reduzem o valor do projeto devido a não necessidade de indenizações. A ETA de acordo com especificações comporta a vazão de projeto havendo necessidade de aumentar a capacidade de reservação em 8%.

Por fim que esta pesquisa prossiga possibilitando para a readequação do sistema de abastecimento e para atendimento as normas consolidadas no país.

## 7 REFERENCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12213**: Projeto de captação de de água superficial para abastecimento público. Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12218**: Projeto de rede de distribuição de água par abastecimento público. Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

BARROS, RAPHAEL T. DE V. *et al.* Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios. Belo Horizonte, MG: Escola de Engenharia da UFMG, 1995;

BRASIL. **Decreto nº 7.217**, de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências.

COPASA, **Saneamento e Tratamento e abastecimento de água**, Disponível em: <[Http://www.copasa.com.br/media2/PesquisaEscolar/COPASA\\_Agua.pdf](http://www.copasa.com.br/media2/PesquisaEscolar/COPASA_Agua.pdf)> Acesso em 02 abril de 2015;

COPASA, **Tratamento de água**, Disponível em: < <http://www.copasa.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infolid=1468&sid=350>> Acesso em 03 abril de 2015;

FIEMG 2015 ,Disponível: <http://www7.fiemg.com.br/>> Acesso 2 de abril 2015;

GRIBBIN, J. E.” **Introdução a Hidraulica Hidrologia e Gestão de Aguas Pluviais**” , Editora Cengage Learning, São Paulo, 2014;

HELLER PÁDUA, V. L. de. (Org.). Abastecimento de água para consumo humano. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006

IBGE INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA Disponível em :  
<<http://www.ibge.gov.br> > Acesso em 08 abril de 2015

IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DE ÁGUAS Disponível em:<  
<http://www.igam.mg.gov.br>> Acesso em 10/08/2015

MENESES, R. A. Diagnóstico Operacional de Sistemas de Abastecimento de Água: o caso de Campina Grande. Campina Grande – PB. 2011. 144f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal de Campina Grande. 2011

NETTO, *et al.*, **Manual de hidráulica**. 8ª ed. rev. São Paulo: Blucher, 1998;

ONU , Organização das Nações Unidas, Disponível em:

<[Http://www.onu.org.br/media2/PesquisaEscolar/BRASIL\\_abastecimento.pdf](Http://www.onu.org.br/media2/PesquisaEscolar/BRASIL_abastecimento.pdf)> Acesso em 24 abril de 2015

PORTO, LUIS **O Reuso da Água e a Gestão de Recursos Hídricos**. Disponível em:  
<<http://www.unb.br/ft/enc/recursoshidricos/artigo114.pdf>> Acesso em: 23/10/2015.

SABESP, **Saneamento e Tratamento e abastecimento de água**, Disponível em:

<[Http://www.sabesp.com.br/media2/PesquisaEscolar/SABESP\\_Agua.pdf](Http://www.sabesp.com.br/media2/PesquisaEscolar/SABESP_Agua.pdf)> Acesso em 02 abril de 2015;

SANESUL, **Saneamento e Tratamento e abastecimento de água**, Disponível em:  
<http://www.sanesul.ms.gov.br/conteudos.aspx?id=5pdf>>Acesso 05 de abril 2015;

SANTOS 2007 **Saneamento e Tratamento de Água** ,Disponível em:  
<http://www.minasdeminas.mg.gov.br/>>Acesso 23 de abril 2015;

Secretaria de Saúde São Sebastião do Rio Verde- Março de 2015

Secretaria de Planejamento São Sebastião do Rio Verde- Março de 2015

TIGRE, **Dimensionamento dos reservatórios**. Disponível em: <<http://www.tigre.com.br/enciclopedia/artigo/41/Dimensionamento+dos+Reservat%F3rio>>. Acesso em 09 abril de 2015

WEG MOTORES 2007, Disponível: <<http://www.weg.net/br/Produtos-e-Servicos/Motores-Eletricos>> Acesso 23 de abril 2015;

TOMAZ, P. (2011). **Aproveitamento de água da chuva**. NAVEGAR São Paulo - SP,

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4.ed, Porto Alegre: Editora UFRGS/ABRH, 1995