



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DO SERTÃO
EIXO DAS TECNOLOGIA
ENGENHARIA CIVIL**

TIAGO ALVES DA SILVA

**DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE DE
DELMIRO GOUVEIA - AL**

Delmiro Gouveia - AL

2015

TIAGO ALVES DA SILVA

**DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE DE
DELMIRO GOUVEIA - AL**

Monografia apresentada ao Eixo das tecnologias da
Universidade Federal de Alagoas, Campus do Sertão,
como parte da avaliação final para obtenção da
Graduação em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Pedro Oliveira Netto

Delmiro Gouveia - AL

2015

S586d Silva, Tiago Alves da.
Diagnóstico do sistema de abastecimento de água da cidade
de Delmiro Gouveia-AL/ Tiago Alves da Silva.- 2015.
126f.:il.

Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal de
Alagoas, Delmiro Gouveia, 2015.

Orientação: Prof. Dr. Antônio Pedro Oliveira Netto.

1. Sistema de abastecimento de água- Delmiro Gouveia.

CDU: 628.1

Folha de Aprovação

TIAGO ALVES DA SILVA

**DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE DE
DELMIRO GOUVEIA - AL**

Essa monografia foi aprovada e apresentada em definitivo no dia 06.03.2015, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Alagoas, e foi avaliada pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Banca Examinadora:

Antonio Netto

Prof. Dr. Antônio Pedro Oliveira Netto - UFAL (Orientador)

Rafaela Faciola Coelho de Souza

Prof. Dra. Rafaela Faciola Coelho de Souza- UFAL (Examinadora Interna)

Thiago Alberto Pereira da Silva

Prof. Msc. Thiago Alberto Pereira da Silva - UFAL (Examinador Interno)

DEDICATÓRIA

Aos meus avôs (*In memoriam*):

Irineu Monteiro da Silva

Luiz Alves dos Santos

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, que se não fosse por Ele, não estaria aqui neste momento comemorando esta vitória. Mas principalmente, agradeço a Ele por ter colocado em minha vida as seguintes pessoas que ajudaram na minha formação, direta e indiretamente, e que amo com todas as forças que possuo:

Meus pais – A razão da minha vida, em termos de engenharia, minha fundação, minha base, que sem eles eu não seria nada, não teria conseguido erguer a pessoa que sou, pois eles quem sempre me deram educação, carinho, amor e forças para levantar das quedas e dos momentos de tristeza.

Thayane – Minha irmã, meu xodó, minha princesa que eu sempre vou amar e proteger em qualquer momento e em qualquer ocasião, e sei que esse sentimento é recíproco.

Mayara – Minha namorada, o presente que Deus me deu. Chegou na minha vida no momento que eu mais precisava. Sempre digo que sem ela, literalmente, não obteria minha graduação, e não apenas isso, eu não estaria feliz, não estaria completo, não acharia o amor da minha vida.

Toda a minha família – Minhas avós, meus avôs (*in memoriam*), meus tios e primos que moram perto e os que moram distantes, os de consideração, meus padrinhos, enfim, todos estes que mostram pra mim sempre o valor da união, do amor, da sinceridade, do carinho, do respeito e da alegria. Que por sinal, pense num povo animado!

Aos meus amigos – A todos que conheci e estão comigo de diferentes fases da minha vida, desde a infância, ensino fundamental e médio, do bairro e do judô. Sem esquecer dos amigos do ensino superior, que passaram pelos mesmos problemas e que foram superados juntos. Em especial, Jojô, Teté, Danilo, compadre Rafael e as “Árveres”.

Aos professores – Todos os docentes que contribuíram na minha formação, em especial ao meu orientador, prof. Dr. Antônio Pedro de Oliveira Netto, pela paciência, preocupação e assistência.

Ps.: Agradecimento especial mais uma vez as minhas três loiras, mãe, irmã e namorada, pela ajuda na aplicação dos questionários da pesquisa de campo.

EPÍGRAFE

Que os vossos esforços desafiem
as impossibilidades, lembrai-vos
de que as grandes coisas do
homem foram conquistadas do
que parecia impossível.

Charles Chaplin

RESUMO

Este estudo tem como objetivo realizar um diagnóstico sobre o sistema de abastecimento de água existente na cidade de Delmiro Gouveia – AL, além de obter conhecimento, através de cálculos e visita às instalações in loco, se a oferta de água está ou não suprindo a demanda da população residente da mesma. Para tal, foram obtidas informações junto a CASAL, empresa responsável pela implantação e operação do sistema de abastecimento de água do estado e da cidade referida, e aplicados questionamentos com os usuários. Deste modo, foi verificado que, teoricamente, o sistema encontra-se dimensionado e operando de forma eficiente para atender as necessidades da população atual e a estimada para os vinte anos seguintes. Porém, na prática e na opinião dos moradores da zona urbana e da zona rural do município, a realidade do sistema não se apresenta de forma tão eficaz assim, tendo em vista que mais da metade dos entrevistados (52%) afirmam estarem insatisfeitos com os serviços prestados pela companhia de saneamento. Tal resultado pode ser reflexo das interrupções no abastecimento por falta de operação correta das bombas e pela qualidade estética da água, assim que o sistema retoma o fornecimento.

Palavras-chave: Sistema de abastecimento de água, Oferta e demanda de água, Análise do sistema de abastecimento de água.

ABSTRACT

This study aims to conduct an assessment of the existing water supply system in the city of Delmiro Gouveia - AL, besides obtaining knowledge, calculations and visit the on-site facilities, the water supply is or not meeting the demand of the resident population. To this end, information was obtained from the CASAL, the company responsible for the implementation and operation of the state's water supply system, and applied questions with users. Thus, it was found that, in theory, the system is sized and operating efficiently to meet the needs of the current population and estimated for the next twenty years. However, in practice and in the opinion of the residents of the urban and rural areas of the city, the reality of the system does not present itself as effectively as well, considering that more than half of respondents (52%) say they are dissatisfied with the services provided by the sanitation company. This result may reflect the interruptions in supply due to lack of proper operation of the pumps and the aesthetic quality of the water, so the system resumes the supply.

Keywords: water supply system, supply and demand for water, Analysis of water supply system.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa das etapas de um SAA.....	24
Figura 2 – Captação em curso de água com pequena variação de nível.....	30
Figura 3 – Sistema torre de tomada d’água.....	31
Figura 4 – Captação flutuante.....	32
Figura 5 – Tomada de água através de canal.....	32
Figura 6 – Distribuição dos componentes de uma estação elevatória.....	36
Figura 7 – Minimização dos quadrados.....	49
Figura 8 – Localização de Delmiro Gouveia no sertão alagoano.....	56
Figura 9 – Rio São Francisco e os principais tributários da cidade representados pelas linhas azuis escuras.....	57
Figura 10 – Captação de água no Rio São Francisco no povoado Salgado.....	62
Figura 11 – Quatro bombas de captação.....	62
Figura 12 – Poço de sucção da EEAB.....	63
Figura 13 – Entrada da EEAB.....	64
Figura 14 – Principais adutoras coletivas de Alagoas.....	65
Figura 15 – Câmara de carga.....	66
Figura 16 – Tanques de armazenamento de material coagulante.....	67
Figura 17 – Filtros compostos por brita e areia.....	67
Figura 18 – Bombas para lavagem dos filtros.....	68
Figura 19 – Reservatório semienterrado	69
Figura 20 – Cilindro de armazenamento de cloro gasoso.....	69

Figura 21 – Extravasor instalado ao reservatório para evitar transbordamento.....	70
Figura 22 – Tubulação da EEAT que capta a água do reservatório.....	72
Figura 23 – EEAT (casa de bombas)	72
Figura 24 – Ventosa.....	73
Figura 25 – Sistema coletivo Barragem Leste.....	74
Figura 26 – Traçado do Canal do Sertão.....	76
Figura 27 – Parte já concluída do Canal do Sertão.....	76
Figura 28 – Gráficos de diferentes funções.....	82
Figura 29 – Faixa etária.....	88
Figura 30 – Taxa de ocupação.....	89
Figura 31 – Renda mensal.....	90
Figura 32 – Critério Brasil de classificação.....	91
Figura 33 – Escolaridade.....	92
Figura 34 – Água corrente.....	93
Figura 35 – Ciclo de recebimento de água.....	94
Figura 36 – Armazenamento de água.....	95
Figura 37 – Qualidade da água.....	96
Figura 38 – Hidrômetro.....	97
Figura 39 – Satisfação com o serviço.....	98
Figura 40 – Satisfação com os valores cobrados.....	99
Figura 41 – Destinação dos efluentes.....	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Histórico populacional da cidade de Delmiro Gouveia – AL.....	58
Tabela 02 - Pessoas de 10 anos ou mais de idade, por classes de rendimento nominal mensal...	59
Tabela 03 – Classificação socioeconômica por faixa de rendimentos.....	59
Tabela 04 – Volume utilizado de água por ligações ativas no mês.....	80
Tabela 05 – Comparativa do R ²	83
Tabela 06 – Comparativo das estimativas populacionais das cinco funções.....	84
Tabela 07 – Evolução da população sugerida para Delmiro Gouveia.....	85
Tabela 08 – Evolução da população e relação oferta/demanda de água para cidade de Delmiro Gouveia/AL.....	86
Tabela 09: Estimativa de déficit de distribuição.....	103

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 Objetivo Geral.....	17
1.2 Objetivos específicos.....	18
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1 A importância do sistema de abastecimento de água.....	19
2.1.1 Importância sanitária.....	20
2.1.2 Importância econômica.....	21
2.2 Breve histórico.....	22
2.3 Unidades constituintes dos sistemas de abastecimento de água.....	24
2.3.1 Manancial.....	26
2.3.1.1 Escolha do Manancial.....	27
2.3.2 Captação.....	28
2.3.2.1 Captação superficial.....	29
2.3.2.2 Captação subterrânea.....	33
2.3.3 Estações Elevatórias.....	34
2.3.3.1 Estação Elevatória de Água Bruta.....	37
2.3.3.2 Estação Elevatória de Água Tratada.....	37
2.3.4 Adutoras.....	38
2.3.5 Estação de Tratamento de Água.....	39

2.3.5.1	Coagulação.....	40
2.3.5.2	Floculação.....	41
2.3.5.3	Decantação.....	41
2.3.5.4	Filtração.....	42
2.3.5.5	Desinfecção.....	43
2.3.6	Reservação.....	43
2.3.7	Rede de distribuição.....	45
2.4	Estudo de demandas.....	46
2.4.1	População abastecida.....	47
2.4.2	Alcance de estudo.....	47
2.4.3	Projeções populacionais.....	48
2.4.4	Coefficiente do Dia e Hora de maior consumo.....	49
2.5	População e Amostra.....	50
2.6	Considerações sobre a revisão bibliográfica.....	52
3	METODOLOGIA.....	54
3.1	Delimitação do estudo.....	54
3.2	Procedimentos de coleta de dados.....	55
3.3	Tratamento dos dados.....	55
3.4	Contextualização da área de estudo.....	55
3.4.1	Localização do município de Delmiro Gouveia.....	56
3.4.2	Hidrografia de Delmiro Gouveia.....	56

3.4.3	Climatologia e Pluviometria.....	58
3.4.4	População.....	58
3.4.5	Situação socioeconômica.....	58
3.4.6	Sistema de abastecimento de água existente na cidade de Delmiro Gouveia.....	60
3.4.6.1	Manancial.....	61
3.4.6.2	Captação e EEAB.....	61
3.4.6.3	Adução.....	64
3.4.6.4	ETA.....	65
3.4.6.5	Reservação.....	68
3.4.6.6	EEAT.....	70
3.4.6.7	Rede de distribuição.....	72
3.4.6.8	Ligações Domiciliares.....	75
3.4.6.9	Integração do canal adutor do sertão alagoano com o sistema coletivo de abastecimento de água do alto sertão.....	75
4	RESULTADOS OBTIDOS.....	79
4.1	Evolução da população e sua demanda de água.....	79
4.1.1	Consumo per capita.....	79
4.1.2	Estimativa populacional de Delmiro Gouveia.....	81
4.1.2.1	Projeções populacionais do município.....	81
4.1.2.2	Estudo populacional adotado.....	83
4.1.3	Demanda atual e futura de água potável.....	86

4.2	Pesquisa de campo.....	87
5 DISCUSSÕES SOBRE O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DELMIRO GOUVEIA.....		101
5.1	Manancial.....	101
5.2	Captação.....	101
5.3	Tratamento.....	102
5.4	Adução de água tratada.....	102
5.5	Reservação.....	103
5.6	Rede de distribuição.....	104
5.7	Ligações domiciliares.....	105
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....		106
7 SUGESTÕES DE PESQUISA.....		107
REFERÊNCIAS.....		108
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE COLETA DE DADOS.....		111
APÊNDICE B – RESPOSTAS OBTIDAS DOS QUESTIONÁRIOS.....		113
ANEXO A – RESERVATÓRIOS ENCONTRADOS NA CIDADE DE DELMIRO GOUVEIA – AL. SEGUNDO INFORMAÇÕES DA CASAL.....		120

1 INTRODUÇÃO

A água é sinônimo de vida, o bem mais precioso, ela é essencial para a manutenção da vida e do meio ambiente, mas não só isso, ela assume também um papel de grande importância no que diz respeito ao desenvolvimento socioeconômico de uma civilização, pois todos os processos produtivos usam direta ou indiretamente a água (MORAIS, 2011, p. 16). Todavia, estes processos produtivos utilizam, em sua grande maioria, água doce em sua execução e operação e apenas 3% de toda a água do mundo é água doce, sendo que desta porcentagem, 1,5% encontram-se na forma de geleiras e menos de 1% estão à disposição em rios, lagos ou aquíferos (COLLISCHONN e TASSI, p. 3). Além disso, “os recursos da água têm determinado o destino de muitas civilizações ao longo da história. Povos entraram em conflito e guerras foram iniciadas em torno de problemas relacionados ao acesso à água” (COLLISCHONN e TASSI, p. 1).

Logo, nota-se que a água utilizada para o consumo é limitada. Neste sentido, faz-se necessário que sejam tomadas medidas técnicas que potencializem o uso da mesma, seja preservando, conservando ou distribuindo-a de forma adequada e perpetua. Tal medida técnica adotada é designada de sistema de abastecimento de água (SAA).

O SAA abrange todas as etapas do uso adequado da água, desde seu estudo e escolha do manancial até a distribuição aos estabelecimentos dos habitantes de uma ou mais de uma cidade, sejam eles residenciais, comerciais ou industriais. Proporcionando assim um aumento econômico e a qualidade em relação à saúde de uma população a qual ele abastece.

Segundo Morais (2011, p.16), o dimensionamento e a operação adequada de um SAA “geram a possibilidade de beneficiar uma maior parcela da população, daí a necessidade de se promover estudos e pesquisas que analisem esta eficiência nos municípios brasileiros”. Pois, segundo Tsutiya (2006), no Brasil, as obras de abastecimento de água ganharam grandes investimentos no final do século XX, principalmente com a implantação do Plano Nacional do Saneamento (PLANASA) que propiciou o sistema ser considerado razoavelmente bom, com um atendimento de cerca de 92,4% da população urbana no país.

Já em relação aos estados brasileiros, mais especificamente o estado de Alagoas, apenas 18 de 102 municípios apresentam condições satisfatórias com relação ao SAA para o atendimento das demandas futuras da população. Informação esta, encontrada no Atlas Brasil sobre abastecimento urbano de água, da Agência Nacional de Águas (ANA, 2010), onde o

mesmo documento lista estes 18 municípios, sendo que o município alagoano Delmiro Gouveia não se encontra dentre estes.

Assim, de acordo com o que foi escrito, o presente trabalho promove um estudo e pesquisa do SAA da cidade de Delmiro Gouveia – AL. Pois segundo Tsutiya (2006, p.2), os centros urbanos menos desenvolvidos e em pequenos aglomerados humanos, particularmente nos países em desenvolvimento, que é o caso desta cidade, ainda se tem uma razoável parcela da população que não conta com atendimento do sistema, ou até contam, porém de forma inadequada, seja em relação à quantidade ou à qualidade da água.

Segundo o mesmo autor (TSUTIYA, 2006, p. 35), para um correto planejamento e gerenciamento de um SAA faz-se necessário um estudo da previsão de consumo de água da área de estudo, devem ser feitas projeções populacionais para estimar demandas futuras, e estas projeções, encontradas no presente trabalho, devem utilizar a expressão matemática que melhor se ajuste aos dados levantados, tendo como parâmetro a população total do município.

É importante mencionar que o presente trabalho tem como base um estudo realizado em Angicos – RN por Moraes (2011), onde este autor analisa a relação oferta/demanda de água da cidade citada e a metodologia aplicada neste trabalho é semelhante à desse estudo, porém, foram feitas modificações que levaram em consideração as especificidades locais da cidade de Delmiro Gouveia e de sua população residente.

1.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem por objetivo geral realizar um diagnóstico sobre o sistema de abastecimento de água da cidade de Delmiro Gouveia – AL, através de visita às instalações, cálculos da previsão de consumo de água para a demanda existente no local, visando relacionar com o nível de satisfação do sistema, apresentado pela população, encontrado na pesquisa de campo, através da aplicação de questionários.

1.2 Objetivos específicos

De forma a detalhar o objetivo geral deste trabalho, segue os objetivos específicos:

- Contextualizar a região na qual está inserida a cidade de Delmiro Gouveia;
- Analisar os dados censitários e cadastrais disponibilizados pelo IBGE, Secretarias, etc. Órgãos competentes referentes à população, rendimentos, saúde, educação e saneamento na cidade;
- Avaliar a situação atual dos elementos pertencentes ao sistema de abastecimento de água da cidade de Delmiro Gouveia, implantado e operado pela Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL).
- Efetuar uma estimativa de crescimento populacional bem como sua demanda com base em dados populacionais disponibilizados pelo IBGE;
- Realizar uma pesquisa de campo, para diagnosticar a situação real do sistema de abastecimento de água da cidade de Delmiro Gouveia na visão dos habitantes da mesma.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão apresentadas ideias, argumentos e conceitos que levaram a escolha do tema aferido, tendo como base artigos, livros, dissertações de mestrado e teses de doutorado de diversos autores que contemplaram em suas obras assuntos pertinentes no que diz respeito ao sistema de abastecimento de água.

O capítulo será abordado, no geral, em duas partes: A primeira mostrará a importância do sistema de abastecimento de água, bem como um breve histórico sobre os sistemas, com o intuito de mostrar, de forma breve, a utilização e importância dos mesmos desde as primeiras civilizações.

A segunda parte dedicará-se às unidades constituintes de um sistema, desde a escolha do manancial à captação, tratamento e distribuição, além de alguns parâmetros necessários para um dimensionamento de um SAA.

Vale ressaltar que as normas brasileiras da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) são de extrema importância na elaboração de projetos de sistema de abastecimento público, logo, estas foram consultadas para a obtenção de um conceito mais técnico sobre o tema.

2.1 A importância do sistema de abastecimento de água

A água é essencial para a vida, é simples, sem ela, não existiriam as formas de vida que conhecemos hoje, porém, o que diferenciou o ser humano dos demais seres vivos, foi a capacidade de raciocinar e com isso, para sua evolução perante as outras espécies, desenvolver técnicas que potencializassem o uso do elemento de maior abundância do planeta.

Uma dessas técnicas de potencialização é o sistema de abastecimento de água. É através dele que hoje temos água em nossas casas, escritórios, obras, indústrias, hospitais, igrejas, enfim, tudo onde possui água tratada através de encanação, seja na zona urbana ou rural com o escopo de sanar as necessidades dessa população.

Barros (1995) destaca que o sistema de abastecimento de água representa o conjunto de obras, equipamentos e serviços destinados ao abastecimento de água potável de uma comunidade para fins de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outros usos.

Segundo a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) o sistema de abastecimento de água é feito “[...] para controle de doenças e outros agravos, com a finalidade de contribuir para a redução da morbimortalidade – provocada por doenças de veiculação hídrica – e para o aumento da expectativa de vida e da produtividade da população.”

Seguindo isto, pode-se entender que, o sistema de abastecimento de água não tem função apenas de distribuição de água mas também deve ser encarado sob os aspectos sanitários e econômicos havendo assim importâncias coligadas entre elas.

2.1.1 Importância sanitária

Uma das etapas de um sistema de abastecimento de água, é o tratamento. Etapa onde a água passa por uma série de processos físicos e químicos e é tornada potável para que possa ser distribuída à população, e como escrito anteriormente, o sistema de abastecimento de água é o responsável pela distribuição de água tratada nos locais de zona urbana e rural, assim, a palavra tratada nos dá a noção de água limpa e própria para consumo, logo, uma água que teoricamente não trará doenças advindas dela.

Portanto, a correta execução da etapa de tratamento e as outras etapas até a chegada da água em nossos estabelecimentos fazem parte de um sistema de saúde pública, pois a não execução dos mesmos, podem trazer sérios riscos à saúde.

Andrade (2010) ressalva três pontos positivos com a aplicação ou melhoria de um sistema de abastecimento de água:

- Ocorre a erradicação de doenças de veiculação ou de origem hídrica;
- Ocorre a diminuição dos índices de mortalidade geral e em especial da mortalidade infantil;

- As melhores condições de higiene pessoal e do ambiente que proporciona, vai implicar diminuição de uma série de doenças não relacionadas diretamente à água.

Ratificando a importância de um sistema de abastecimento de água bem projetado, construído, operado e mantido, Andrade (2010) ainda destaca alguns tipos de doenças de transmissão hídrica, ocasionadas por bactérias, protozoários, vermes e vírus, como cólera, hepatite infecciosa, diarreia, amebíase, poliomielite, esquistossomose, além das doenças causadas por agentes químicos. Pois "a água no ciclo hidrológico pode entrar em contato com agentes químicos venenosos presentes no ar ou no solo. Além disso, as múltiplas atividades industriais podem introduzir substâncias das mais diversas naturezas que podem ocasionar doenças." (Andrade, 2010).

2.1.2 Importância econômica

A água constitui matéria-prima de várias indústrias ou é auxiliar de processos em atividades industriais, como água para caldeira entre outras. Subentendesse então que esta água que faz parte dos processos dessas indústrias chega através de um sistema de abastecimento de água, movimentando assim, indiretamente, a economia da indústria, da cidade em que ela está instalada, das cidades em que ela presta serviço, do estado e assim por diante. Logo, percebesse que o sistema de abastecimento de água tem sua importância e influência na economia.

A importância econômica é também relevante. A implantação do abastecimento público de água se traduz num aumento de vida média útil da população e na redução de número de horas perdidas com diversas doenças, refletindo num aumento sensível de número de horas trabalhadas dos membros da comunidade beneficiada e com isto, aumento de produção. O homem é um ser que trabalha, sendo portanto um fator de produção (ANDRADE, 2010).

No trecho acima, Andrade (2010) vai mais além, e correlaciona a importância sanitária com a importância econômica dizendo que o sistema de abastecimento influencia no homem de maneira positiva, trazendo melhores condições proveitosas para a produção da indústria e por ventura na economia. Afinal, o homem, como dito, é um fator de produção.

2.2 Breve histórico

Direta ou indiretamente, a água é responsável pela evolução dos seres humanos e da evolução das tecnologias, pois as próprias primeiras sociedades conhecidas surgiram às margens dos rios. Conforme Moreira e Faleiros (2013), à medida que nossos ancestrais se instalavam às margens dos rios, iam aumentando o número de indivíduos, de modo que surgiram as populações. Estas populações foram se desenvolvendo, tecnologicamente falando, de acordo com a demanda exigida para cada época. Assim, com o passar dos anos, de simples potes que serviam para transportar água (LIMA, 2003), o ser humano passou a criar grandes reservatórios e redes de distribuição de água bem como também trata-la para consumi-la de forma saudável.

Seguindo isto, as tecnologias de distribuição de água se desenvolveram de uma certa forma, que hoje é possível existir civilizações situadas distantes de rios e mares, como em altas altitudes em relação ao nível do mar e distantes o bastante para serem consideradas regiões desérticas.

Um exemplo das primeiras civilizações a desenvolverem técnicas de uso da água foram os egípcios e os mesopotâmicos, onde os primeiros possibilitaram o desenvolvimento das cidades às margens do rio Nilo e os mesopotâmicos na região de origem do nome, mesopotâmia, situada entre os rios Tigre e Eufrates (MOREIRA; FALEIROS, 2013).

Os egípcios construíram uma das primeiras civilizações conhecidas. De acordo com Moreira e Faleiros (2013), a região do Egito era povoada por povos nômades que viviam da caça, da pesca e da colheita de alguns alimentos. Porém, com o tempo, a colheita de alimentos se tornou mais usual que a caça e a pesca, tornando a civilização mais voltada à agricultura. Logo, para se aproveitar melhor das águas do rio Nilo, eles construíram diques, reservatórios de água e canais de irrigação. Estes canais levavam a água do rio até os campos das plantações, favorecendo o cultivo das plantas e a agricultura que a partir daí já era a base da economia egípcia (MOREIRA; FALEIROS, 2013).

E os mesopotâmicos, que por sua vez, viverem e se desenvolveram as margens de rios e sua base econômica também era a agricultura. Viviam em regiões montanhosas, montanhas aquelas que se formavam geleiras, logo, os mesopotâmicos criaram barragens, espécies de

diques e açudes, e uma vez que as geleiras das montanhas derretiam, não só enchiam e armazenavam a água nas barragens, como também permitia a irrigação e a fertilização.

Para fins de conhecimento, parafraseando Moreira e Faleiros (2013, p. 6-9), vale aludir também algumas outras civilizações que conseguiram desenvolver e criar novas tecnologias através da potencialização do uso da água:

- A China através da tecnologia, e a partir da água, cria o processo de tecelagem da seda;
- Na Índia, habitantes desenvolveram tecnologia de cultivo de arroz em terrenos alagados;
- Em Roma existiam os balneários que eram correspondentes às saunas atuais;
- Na idade média, no feudalismo, ao erguer-se um castelo, cavavam fossos ao redor do mesmo e enchiam-no de água, para uma melhor proteção;
- No México, a capital asteca, foi erguida sobre uma ilha, e com o intuito de aumentá-la, foram construídas barragens sobre o leito pantanoso do lago.

Foi preciso criar tecnologias de irrigação e distribuição da água que serviram, respectivamente, para a agricultura, e para levar água para toda a população, não só aqueles que viviam às margens das águas, mas também aos que viviam mais afastados delas, e em decorrência disso, proporcionando o aumento das cidades.

As formas de abastecimento também se mostraram importantes, não apenas para se ter água em tempos de seca, mas também para desenvolver novas tecnologias. O próprio avanço tecnológico criou máquinas mais modernas que necessitavam de energia elétrica, e esta por sua vez vinha de hidroelétricas que também usam uma forma de abastecimento de água.

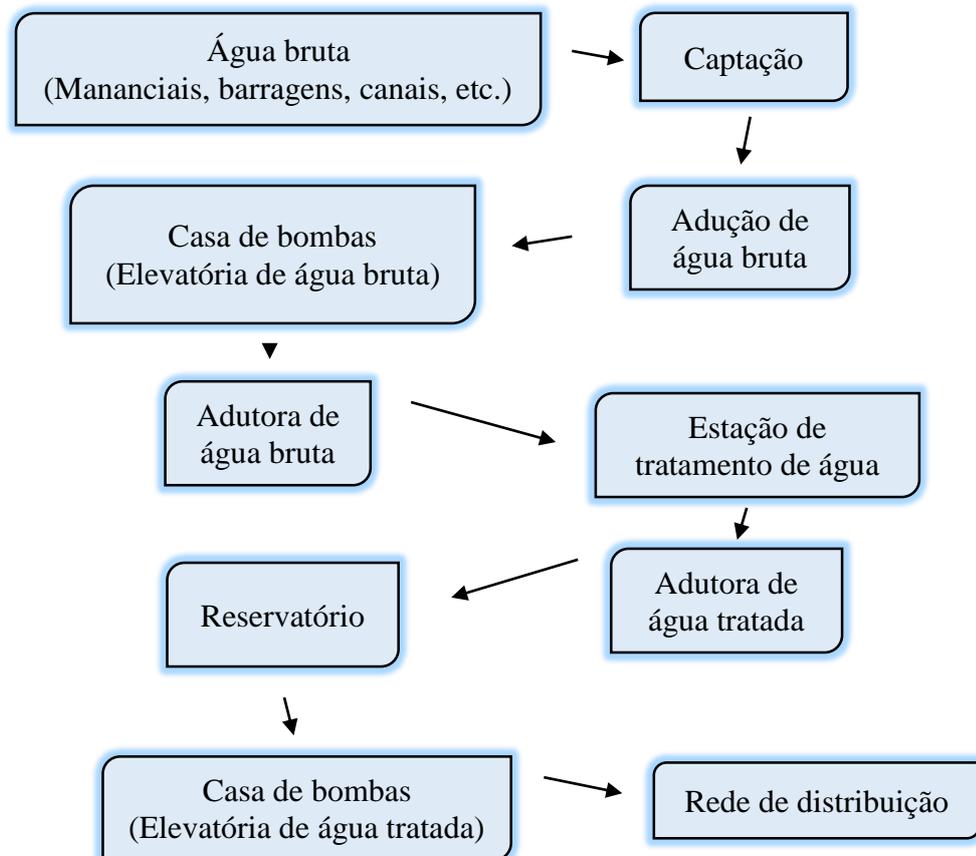
Assim, verificou-se então que, no decorrer da história, depender apenas das marés cheias, das enchentes de rios e das chuvas, não era suficiente para sobreviver e se desenvolver. Portanto, os sistemas de abastecimento de água tiveram, e com certeza têm e terão importância crucial para a civilização.

2.3 Unidades constituintes dos sistemas de abastecimento de água

Como exposto, o sistema de abastecimento de água possui grande importância, porém, o que compõe um SAA? Segundo Motta (2010) os sistemas públicos de abastecimento de água compreendem todas as estruturas necessárias desde a captação de água em seu estado bruto até o ponto de consumo de água potável. De forma mais técnica, Menezes (2011) diz que o sistema de abastecimento de água de uma determinada região, é composto por unidades, são elas: manancial, captação, adução, estações elevatórias e/ou de recalque, reservatórios e rede de distribuição.

De forma ordenada, a figura 1 abaixo mostra um mapa com a sequência das etapas pertencentes ao caminho percorrido pela água em seu processo de captação à distribuição:

Figura 1 – Mapa das etapas de um SAA



Fonte: Autoria própria (2015)

Há autores como Motta (2010) que ainda acrescentam a esse sistema como etapa final o ramal domiciliar, que, de uma forma a diferenciar da rede de distribuição, ele diz que o ramal domiciliar é a ligação feita das tubulações da rede de distribuição para os consumidores.

É importante frisar que, para a concepção de um sistema de abastecimento de água é extremamente imprescindível que sejam feitos estudos prévios, que levem em consideração vários aspectos locais, para que seja implantado um SAA que corresponda a demanda da região, com oferta de água adequada em quantidade e qualidade e mais economicamente possível. Neste sentido, Tsutiya (2006, p. 11) lista o necessário desenvolvimento de uma série de atividades prévias, mostradas a seguir de forma resumida:

- **Caracterização da área de estudo:** Características físicas; Uso e ocupação do solo; Aspectos sociais e econômicos; Sistemas de infraestrutura e condições sanitárias.
- **Análise dos sistemas de abastecimento de água existente:** Descrição do sistema existente e Diagnóstico do sistema existente.
- **Levantamento dos estudos e planos existentes:** Identificação e análise de todos os estudos, projetos e planos existentes que interfiram neste estudo.
- **Estudos demográficos e de uso e ocupação do solo:** Dados censitários, Análise socioeconômica do município e região, etc.
- **Critérios e parâmetros de projeto:** Consumo per capita; Coeficientes de variação das vazões; Alcance do estudo, etc.
- **Demanda de água:** Estudo de demanda e Cálculo das demandas.
- **Pesquisa de campo:** Amostra representativa da área de projeto para consolidar parâmetros urbanísticos e demográficos da ocupação atual, assim como diferentes usos, padrão econômico, etc.

Feito os estudos prévios, em seguida, dá-se início as etapas propriamente ditas de um SAA, onde estas serão abordadas a seguir de forma mais detalhada.

2.3.1 Manancial

Para se falar sobre manancial é importante que se tenha conhecimento sobre a designação água bruta. Esta designação refere-se à água encontrada na natureza que não sofreu nenhum tipo de alteração antropológica. Ou seja, é a água encontrada na forma que a natureza a fez, e sua caracterização com a definição dos parâmetros físicos, químicos e biológicos é que vão definir por quais processos de tratamento a água vai passar (SPERLING, 1996).

Logo, parafraseando Tsutiya (2006), manancial é o corpo d'água encontrado na natureza que possui o volume necessário de água bruta para a captação de projetos de sistemas de abastecimento de água. Existem dois tipos de mananciais: mananciais superficiais e mananciais subterrâneos. Podemos entender como mananciais superficiais os córregos, rios e lagos, bem como também os mananciais artificiais, oriundos de obras hídricas, como barragens, represas, canais, enfim, todos os tipos de corpos d'água que encontram-se a disposição na superfície terrestre. Já os mananciais subterrâneos são encontrados abaixo do nível do solo, ou seja, são os volumes de água encontrados no subsolo gerados por águas percoladas a partir da infiltração no solo e por movimentos subterrâneos de lençóis freáticos, tendo como exemplo os aquíferos.

Tsutiya (2006, p. 9) em definição, diz que: manancial é o corpo de água superficial ou subterrâneo, de onde é retirada a água para o abastecimento. Deve fornecer vazão suficiente para atender a demanda de água no período de projeto, e a qualidade dessa água deve ser adequada sob o ponto de vista sanitário.

Motta (2010) também nota Tsutiya (2006), porém, de uma forma diferente. Segundo ele: “O manancial é a fonte de onde se tira a água. Para sua escolha deve ser levada em conta a qualidade e a quantidade de água que ele dispõe, como também o aspecto econômico do mesmo [...]”.

Estas duas definições foram apresentadas pois percebe-se claramente na visão de cada autor a importância sanitária e econômica, respectivamente, já mencionadas anteriormente neste trabalho, que em um SAA é encontrada desde sua primeira etapa, que é a escolha do manancial.

2.3.1.1 Escolha do Manancial

Como visto, existem dois tipos de mananciais, os superficiais e os subterrâneos. Assim, a escolha do manancial deve levar em consideração o tipo e os aspectos técnicos, sanitários, econômicos e ambientais individuais que consiste cada um.

a) **Manancial superficial:**

Segundo Tsutiya (2006, p. 12), devemos levar em consideração nos mananciais superficiais:

- Os estudos e levantamentos hidrológicos das bacias hidrográficas;
- Os usos de recursos hídricos na área de influência;
- Caracterização da cota de inundação;
- Caracterização sanitária e ambiental da bacia;
- Caracterização topográfica e geotécnica na área da captação;
- Condições da bacia a montante e a jusante;
- Tratabilidade das águas do manancial;
- Compatibilização com diretrizes estabelecidas pelo Plano Diretor da Bacia Hidrográfica.

b) **Manancial subterrâneo:**

Da mesma forma que os mananciais superficiais, Tsutiya (2006, p. 13) também dá destaque aos aspectos dos mananciais subterrâneos da seguinte forma:

- Levantamento cadastral dos poços existentes;
- Catálogo e estudo das condições hidrogeológicas da região em estudo;
- Zoneamento de áreas de maior potencialidade explorável;

- Histórico do aproveitamento dos recursos hídricos na área;
- Caracterização ambiental da bacia de contribuição e de recarga;
- Levantamento sanitário da bacia incluindo interpretação de análises físico-químicas e bacteriológicas das águas dos poços da região em estudo;
- Uso e ocupação atual do solo e tendências futuras ou outros tipos de interferências que possam afetar a qualidade e quantidade da água dos mananciais;
- Tratabilidade das águas do manancial;
- Compatibilidade com as diretrizes estabelecidas pelo Plano Diretor da Bacia Hidrográfica.

Uma vez sido feitos os estudos citados que compõem a escolha do manancial, chega a hora de passar para a próxima etapa do SAA que é a captação desta água.

2.3.2 Captação

A captação é de fácil entendimento. E assim como existem dois tipos de mananciais, existem também dois tipos de captação: captação superficial e captação subterrânea.

Pois captação é o conjunto de estruturas e dispositivos, construídos ou montados junto ao manancial, para a retirada de água destinada ao sistema de abastecimento (TSUTIYA, 2006).

Percebemos então, pela definição, que a captação é instalada juntamente ao manancial pois este é o que possui a água à ser captada e o que definirá o tipo de captação.

Vale ressaltar que, os projetos bem como a construção das obras de captação devem ser elaborados com o intuito de funcionar sem interrupções, independente da época do ano e que possam garantir água em quantidade e qualidade previstas em um SAA (TSUTIYA, 2006).

2.3.2.1 Captação superficial

A designação de captação superficial é dada quando os equipamentos e instalações para a retirada de água é feita em mananciais superficiais. Logo, a captação não restringe-se apenas a tubulações, mas sim, de toda uma estrutura que captura a água bruta. A própria elevatória de água bruta, posteriormente abordada com mais detalhes, é considerada parte da captação, principalmente quando a água encontra-se em cota inferior à da cidade a ser abastecida (TSUTIYA, 2006).

Para a elaboração do projeto de captação, a ABNT NBR 12213/1992 - Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público, documento indispensável para projetos deste tipo, ressalva algumas atividades como: Escolha do local de implantação; Avaliação do impacto ambiental decorrente da captação; especificação de materiais, equipamentos e serviços, etc.

A forma como são feitas tais atividades não entram no escopo deste trabalho, porém, estas informações são importantes serem aludidas para a obtenção de uma visão geral dos procedimentos adotados e ter uma pequena noção da quantidade de trabalho realizado nestes tipos de obras, não somente em obras de captação superficial, mas também em captações subterrâneas e em todos os outros tipos de construções pertencentes a um SAA.

Segundo Tsutiya (2006) “os esquemas das instalações são muito variáveis, dependendo das condições do curso de água, variação de nível de água, topografia, etc.”. Porém, podemos encontrar os casos mais comuns, também verificados por Tsutiya (2006), que são constituídos da seguinte forma:

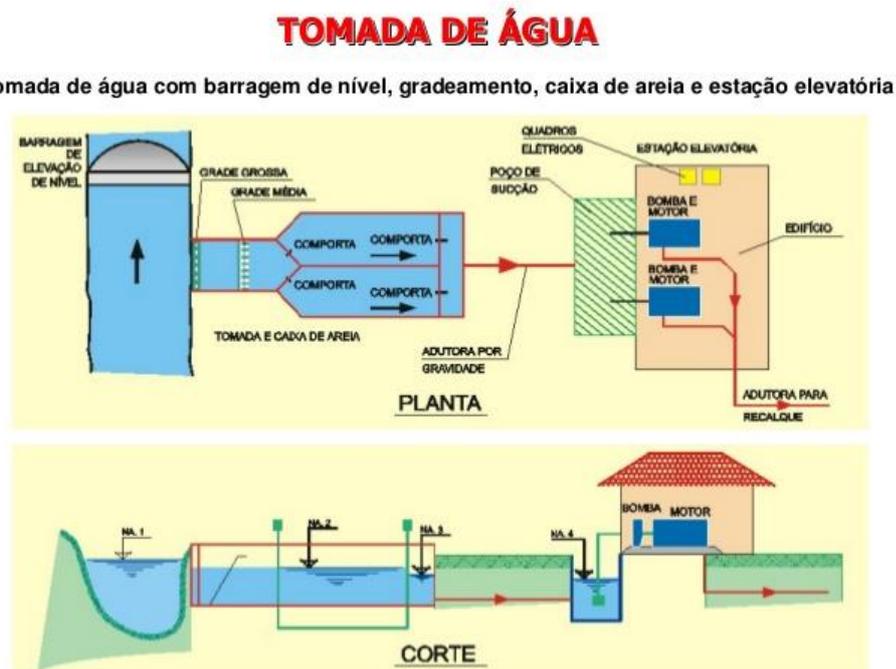
- **Barragem, vertedor ou enrocamento:** Obras executadas em cursos de água, ocupando toda a sua largura para elevar o nível de água a uma cota pré-determinada, de modo a garantir o nível mínimo da água para o bom funcionamento da captação e das bombas;
- **Tomada de água:** Conjunto de dispositivos destinado a conduzir a água do manancial para as demais partes constituintes da captação;
- **Gradeamento:** Constituídas de barras paralelas destinadas a impedir a passagem de materiais grosseiros, flutuantes ou em suspensão;

- **Dispositivos de controle:** Comportas e válvulas que consentem controlar o fluxo permitindo o fechamento da passagem da água.
- **Caixa de areia ou desarenador:** Utilizado quando os cursos de água trazem uma quantidade muito grande de areia em suspensão, não devendo ir para o sistema, logo, através destes é feita a retenção de areia.
- **Canais e tubulações:** É a interligação entre as unidades. Pode ser feita por condutos livres ou forçados, a solução é imposta pelas condições topográficas.

Particularizando um pouco uma parte constituinte da captação, segundo Tsutiya (2006, p. 80-88), podemos encontrar vários tipos de tomada de água em curso d'água, mas, os principais são:

- a) **Tomada de água com barragem de nível, gradeamento, caixa de areia e estação elevatória:** Tomada típica de água para captação em cursos d'água com pequena variação de nível. Verifica-se na figura 2 um dos modelos desse tipo de tomada d'água;

Figura 2 – Captação em curso de água com pequena variação de nível



- b) **Sistema torre de tomada:** Usada quando os rios apresentam grande variação de níveis máximos e mínimos. Pode ser utilizada para a retirada de grandes vazões em rios caudalosos, semelhante ao que se executa em lagos e represas, um exemplo de uma torre de tomada pode ser verificado na figura 3;

Figura 3 – Sistema torre de tomada d'água



Fonte: NAM. 24 Abr. 2011, 13:25. <<http://www.forumfotografia.net/topic/7855-tomada-de-%C3%A1gua/>>

- c) **Captação flutuante:** Também usadas quando os rios apresentam grande variação de níveis máximos e mínimos. Com um exemplo verificado na figura 4, são baseadas na mobilidade dos conjuntos elevatórios, que são montados sobre embarcações ou estruturas flutuantes;

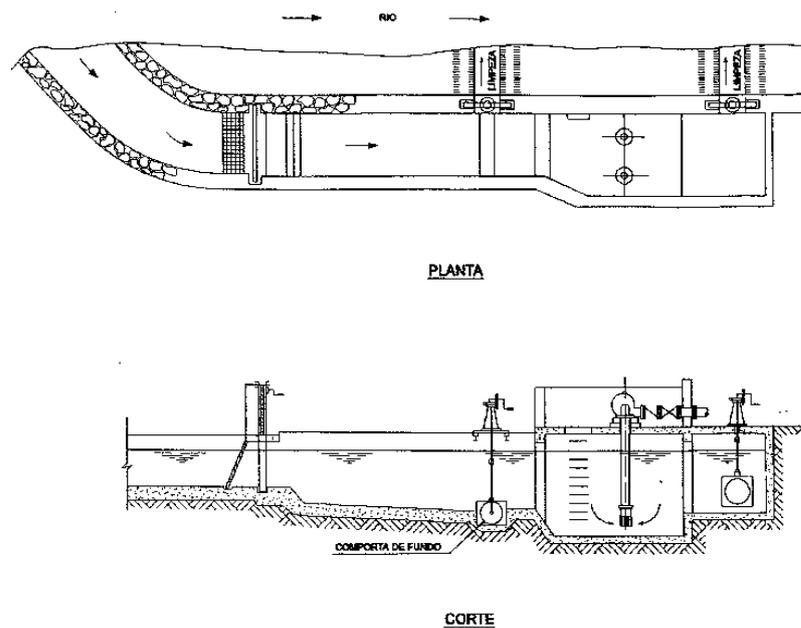
Figura 4 – Captação flutuante



Fonte: Ístria Engenharia. < http://www.istria.com.br/galeria/balsa_6.jpg>

- d) **Tomada de água através de um canal:** Neste caso, o canal desvia uma parte da água do rio para a captação (Figura 5);

Figura 5 – Tomada de água através de canal



Fonte: Tsutiya (2006, p. 84)

- e) **Tomada de água diretamente por bombas:** Recomendada quando for dispensável o desarenador, quando for indispensável a instalação de recalque para transferir água do manancial para o desarenador e para tomada de água para população de projeto inferior a 10000 habitantes, a critério do órgão contratante.

2.3.2.2 Captação subterrânea

A captação subterrânea é dada pela implantação de poços tubulares profundos que capturam águas dos aquíferos. Segundo a ABNT NBR 12212/1992: Projeto de poço para captação de água, aquífero é a “formação ou grupo de formações geológicas portadoras e condutoras de água subterrânea”, Tsutiya (2006, p. 104) ainda acrescenta que são camadas ou formações geológicas de material poroso e permeável, sendo que permite o movimento da água subterrânea em seu espaço intersticial podendo fornece-las em volumes apreciáveis. Logo, os poços tubulares profundos são obras de engenharia geológica, que devem possuir todos os reconhecimentos e critérios legais para sua implantação, caso contrário, a perfuração indiscriminada ilegal traz riscos à saúde pública com o perigo de contaminação dos aquíferos (TSUTIYA, 2006).

A água subterrânea é considerada água de reserva estratégica, porém, o uso do recurso subterrâneo vem sendo ampliado intensivamente em função da economia comparativa com a água da superfície, mais vulnerável e mais cara em função do tratamento necessário (TSUTIYA, 2006). Através do que foi escrito, percebe-se, indiretamente, que os projetos de implantação de captação subterrânea podem ser mais caros que os de captação superficial, porém, a relação custo-benefício a curto prazo é considerável. Pois as águas subterrâneas, em quase todos os casos, não necessitam de tratamentos mais complexos, pelo fato de que a qualidade das águas é normalmente satisfatória devido a filtração que ocorre durante a percolação no solo.

Assim como a captação superficial, a captação subterrânea necessita que sejam realizadas algumas atividades. Logo, a NBR 12212/1992, já citada anteriormente, aponta diversas atividades, dentre elas são: Prescrição do método de perfuração; Locação topográfica do poço; Estimativa da vazão do poço; etc. Estas são algumas das atividades de estudo para a

implantação da captação subterrânea, as outras atividades, não menos importantes, não foram citadas simplesmente para fins de seguimento do trabalho.

2.3.3 Estações Elevatórias

Estações elevatórias fazem parte das etapas de um SAA, sua contribuição de modo geral refere-se a dois processos, o de sucção e o de recalque d'água, sendo que tais processos se devem a instalação de conjuntos motobombas hidráulicas. Logo, o objetivo de sua implantação é possibilitar que a água seja captada de mananciais superficiais, subterrâneos ou reservatórios e levada para pontos distantes e/ou de cotas superiores reforçando assim a capacidade de adução (BARROS, 1995).

Em seu trabalho, Tsutiya (2006, p. 225), faz a seguinte afirmação: “O desenvolvimento das tecnologias dos equipamentos eletromecânicos e de materiais das tubulações, vem permitindo o emprego cada vez mais generalizado de estações elevatórias, para solucionar os mais variados problemas de transporte de água [...]”. Assim, quando ele fala de equipamentos eletromecânicos e materiais das tubulações, está se referindo, respectivamente, aos novos tipos de bombas que possuem cada vez mais capacidade e a existência de tubulações capazes de resistir a altas pressões d'água e dispositivos complementares à sua proteção.

Porém, as estações elevatórias não são compostas simplesmente de bombas e tubulações, sua implantação requer também a construção de estruturas físicas, que permitam instalações elétricas que oferecerão energias às bombas bem como também cabines de comando para a operação das mesmas.

Tsutiya (2006, p. 226) separa os componentes de uma estação elevatória da seguinte forma:

- **Equipamento eletro-mecânico:** Bomba e Motor;
- **Tubulações:** Sucção, Barrilete e Recalque;
- **Construção civil:** Poço de sucção e Casa de bomba.

As divisões das estações elevatórias foram dadas pelo autor de forma a separar as partes hidráulicas, elétricas e estruturais que compõem a estação.

Quando ele trata de Casa de bomba, está se referindo à estrutura em si da estação, que comportará os conjuntos elevatórios e os outros elementos. Parafraseando Andrade (2010, p. 50), a casa de bombas deverá conter a cabine de comando, as chaves de partida e os dispositivos de proteção e de leitura das medições hidráulicas e elétricas. Deverá também permitir fácil locomoção no ambiente e folga entre os equipamentos para o caso de operação e manutenção bem como também espaço suficiente para que, se necessário, sejam instaladas mais unidades de bombeamento e seus dispositivos. A iluminação deverá ser suficientemente boa e de preferência o mais natural possível, bem junto com a ventilação. E é claro, instalações sanitárias para os operadores da estação.

O poço de sucção segundo Andrade (2010, p. 50) “é um compartimento de dimensões limitadas, de onde parte a tubulação que conduz água para as bombas”. Estes deverão ser construídos o mais próximo possível das bombas, evitando assim o comprimento das tubulações de alimentação das mesmas e também menores perdas de carga (ANDRADRE, 2010).

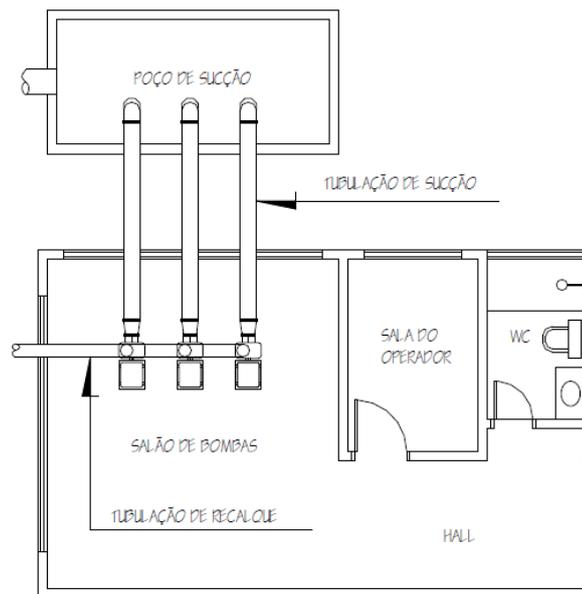
As tubulações das casas de bombas geralmente são de ferro fundido com juntas de flange (TSUTIYA, 2006). Materiais estes, já ressaltados, capazes de suportar as altas pressões d’água impostas pelas bombas, logo, estes podem ser divididos em tubulação de sucção, geralmente situados entre o poço de sucção e o conjunto motobomba, e tubulação de recalque, situada após o conjunto motobomba, que é o que conduz a água para outros pontos.

Seguindo no que diz respeito as tubulações, Barrilete, segundo a NBR 12214/1992: Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público, é o conjunto de tubulações que une a saída das bombas associadas em paralelo à tubulação de recalque.

É encontrado também na mesma NBR que o conjunto motobomba refere-se ao equipamento elétrico responsável pela sucção da água e pelo recalque da mesma. É ele que fornece a energia suficiente para que aumente a pressão d’água e ela seja capaz de se deslocar atingindo os pontos mais distantes. As bombas podem ser não afogadas, situadas acima do nível d’água, ou afogadas, que não necessariamente precisam estar dentro d’água (bomba sapo), mas sim, podem estar fora da água porém em uma cota inferior ao nível desta.

A figura 6 mostra, de forma geral, como se deve os ambientes e componentes de uma estação elevatória:

Figura 6 – Distribuição dos componentes de uma estação elevatória



Fonte: Andrade (2010, p. 49)

Pelo que foi escrito, percebe-se claramente que as estações elevatórias, apesar das vantagens de sua utilização, são etapas de um SAA que utilizam energia. Logo, Tsutiya (2006, p. 225) afirma o seguinte: “Por outro lado, o uso intensivo das elevatórias em sistemas de abastecimento de água e esgoto sanitário tem elevado o custo da energia elétrica, sendo um dos principais itens dos custos operacionais das prestadoras de serviços de saneamento básico”. Por isso, fazem-se necessários serem feitos cada vez mais estudos para aperfeiçoamento das máquinas, para que elas possam proporcionar melhor qualidade e mais economia.

Conforme Tsutiya (2006, p. 10), “Em sistemas de abastecimento de água, geralmente há várias estações elevatórias, tanto para o recalque de água bruta, como para o recalque de água tratada”. Seguindo isto, com uma singela diferença, a seguir serão vistos os dois tipos existentes de estações elevatórias citadas por esse autor: As de água bruta e as de água tratada.

2.3.3.1 Estação Elevatória de Água Bruta

As Estações Elevatórias de Água Bruta (EEAB) são os tipos de elevatórias responsáveis por captar a água bruta advinda do manancial e bombeá-la até a estação de tratamento de água. Ela pode ser considerada parte da etapa de captação, que da mesma forma, existem EEAB de águas superficiais e EEAB de águas subterrâneas.

Como escrito acima, podem existir várias EEABs, esta quantidade dependerá do tamanho do manancial e a demanda de captação que o sistema de abastecimento de água exigirá.

2.3.3.2 Estação Elevatória de Água Tratada

As Estações Elevatórias de Água Tratada (EEAT) por sua vez, são semelhantes as EEABs porém, sua diferença é que estas localizam-se após a estação de tratamento de água, por isso o nome de elevatória de água tratada, pois a água que ela recalca já está em condições de atender os padrões de consumo e potabilidade.

Sua quantidade e localidade variam de acordo com cada SAA, elas podem ser localizadas antes (menos comum) ou após um reservatório, em pontos que necessitem de mais potência para que a água flua pela tubulação ou quando é necessário abastecer lugares que possuem cotas mais elevadas (TSUTIYA, 2006).

Quando a EEAT localiza-se após um reservatório, a tubulação de sucção pode ser diretamente instalada para que capte a água do mesmo. Em outros casos, havendo o poço de sucção, Andrade (2010) ressalta a seguinte precaução:

Deverão ser tomadas precauções especiais, no bombeamento da água tratada, para que não ocorra contaminação com entrada de materiais estranhos no poço. Nesse caso, é necessário que o poço seja coberto. Deve-se impedir a entrada de águas de enxurradas e de lavagem de piso nos poços de sucção (ANDRADRE, 2010, p. 51).

Logicamente, a afirmação acima, mostra que se não forem tomados estes cuidados com o poço de sucção, a água será contaminada, logo, a estação não poderá ser mais denominada de elevatória água tratada, devendo está água passar novamente por um processo de tratamento.

2.3.4 Adutoras

As adutoras são as tubulações responsáveis pelo transporte da água, presentes em quase todo o sistema de abastecimento de água. Pela definição de Tsutiya (2006, p. 10), adutora é a “canalização que se destina conduzir água entre as unidades que precedem a rede de distribuição”. Confirmando assim a afirmação anterior, onde sua função é interligar todas as etapas precedentes a rede de distribuição, captação, estações elevatórias, estações de tratamento e reservatórios.

Dependendo do sistema, existem casos em que as adutoras necessitem de ramificações que partem da adutora principal para abastecer outros pontos do sistema. A estas ramificações damos o nome de subadutoras (Tsutiya, 2006, p. 155).

Sua importância é inquestionável para um SAA, pois qualquer falha que venha a existir em um determinado ponto da tubulação, todas as outras etapas e processos posteriores a este ponto virão a sucumbir.

Tsutiya (2006, p. 155) diz que as adutoras e subadutoras são unidades principais de um SAA, demandando cuidados especiais na elaboração dos projetos e implantação das obras. Andrade (2010, p. 38), frisando esta proposição, ressalta o seguinte: “São canalizações de importância vital para o abastecimento de cidades. Qualquer interrupção, que venham a sofrer, afetará o abastecimento da população, com reflexos negativos”.

Vários fatores devem ser levados em consideração na elaboração do traçado da adutora. Entre estes constam: a topografia do local, características geológicas do solo, facilidade de acesso, entre outros (ANDRADE, 2010).

As adutoras também possuem suas classificações. Classificações estas que vão depender basicamente, da natureza do líquido transportado e quanto à energia de movimentação da água, cotejadas por Tsutiya (2006), mostradas a seguir:

- **Quanto à natureza da água transportada:**
 - **Adutora de água bruta:** Destinada a transportar água sem tratamento.
 - **Adutora de água tratada:** Tubulação responsável por transportar água tratada.

- **Quanto à energia para movimentação da água:**
 - **Adutora por gravidade:** Adutora que por possuir sentido de cota mais alta para cotas mais baixas, conseguem transportar a água apenas pela força da gravidade.
 - **Adutora por recalque:** Adutora que transporta a água no sentido de cotas mais baixas para cotas mais altas, com o auxílio das estações elevatórias.
 - **Adutora mista:** As adutoras mistas compõem trechos com transporte de água por recalque e outros trechos por gravidade.

Vale ressaltar que as adutoras por gravidade, podem conter **conduto forçado** e **conduto livre**, onde o primeiro é feito quando a pressão da água é maior que a atmosférica, e o segundo é dado quando a água permanece sob pressão atmosférica (TSUTIYA, 2006, p. 156).

O material das adutoras também pode ser diferente. Tsutiya (2006) destaca alguns como: Tubo de aço, tubo de concreto, tubo de cimento amianto e tubo de plástico.

2.3.5 Estação de Tratamento de Água

A Estação de Tratamento de Água (ETA), segundo Tsutiya (2006, p. 10) corresponde ao “conjunto de unidades destinados a tratar a água de modo a adequar as suas características aos padrões de potabilidade”. Implicitamente, percebe-se então que a água em seu caminho remanescente à ETA, possuíam características físicas, químicas e biológicas encontradas na natureza, ou seja, água bruta, logo, a partir do ponto em que a água chega na ETA, suas características começam a passar por processos físico-químicos, realizando assim o seu tratamento, e uma vez que ela passa por essa etapa, a água é considerada água tratada, própria para o consumo.

O tratamento da água é considerado um processo de purificação, uma etapa corretiva da água. Ou seja, só é empregada quando há realmente a necessidade de fazê-la. “As análises das águas obtidas nos mananciais, feitas com frequência desejável, revelarão a necessidade ou dispensabilidade de qualquer processo corretivo” (ANDRADE, 2010).

Parafrazeando Andrade (2010, p. 68), muitas cidades, como por exemplo Nova York, Roma e Madrid, em seus SAA's, passam unicamente pelo processo de desinfecção, os outros processos, que serão abordados posteriormente, não fazem-se necessários. Isto se deve graças à boa qualidade que as águas destas metrópoles possuem.

Assim, pelo pouco que já foi escrito acerca de ETA's, percebe-se que, mesmo sendo um dos processos de grande relevância num sistema de abastecimento de água, não necessariamente, em alguns casos, são imprescindíveis.

Os SAA's têm como função principal fornecer água às necessidades do homem que vive em sociedade, em quantidade e qualidade adequadas e dentro das normas vigentes. Para isso, dentre outras coisas, faz-se necessário o dimensionamento correto de unidades de tratamento para fornecimento de água potável, unidades de tratamento estas que compõem uma ETA.

Nesse sentido, existem vários tipos de concepções de unidades de tratamento, porém, os tipos mais comuns são a filtração em linha, a filtração direta e o tratamento convencional. Onde este último é o modo mais completo utilizado pelas ETA's (TSUTIYA, 2006).

Sem saltar nenhum processo, o tratamento convencional é dividido pelas seguintes etapas, e que em seguida serão aludidas com mais detalhes: Coagulação, Floculação, Sedimentação, Filtração e Desinfecção.

2.3.5.1 Coagulação

A coagulação é uma etapa química do tratamento de água. Segundo Andrade (2010, p. 72) seu objetivo é transformar as impurezas que se encontram em suspensão fina, em estado coloidal ou algumas em solução em partículas passíveis de remoção pelos decantadores ou pelos filtros.

A coagulação é o processo de separação das impurezas ou desestabilização das mesmas com a água, para após, em outros processos, haver sua remoção. “As impurezas se agregam formando “flocos” os quais têm um aspecto gelatinoso e na medida em que vão agregando impurezas vão ficando cada vez mais pesados e maiores [...]” (ANDRADE, 2010), este aumento de volume das impurezas é o que vai facilitar posteriormente sua remoção.

Este processo se dá com a aplicação de alguns reagentes coagulantes como o sulfato de alumínio, cloreto férrico, cloreto de polialumínio (sólidos ou líquidos) e coagulantes orgânicos catiônicos (sólidos ou líquidos) (ANDRADE, 2010). A aplicação é dada enquanto a água passa por alguns dispositivos mecânicos (Agitadores mecânicos, Turbinas e Hélice propulsora) ou dispositivos hidráulicos (Calhas Parshall, Vertedores retangulares, Malhas difusoras e Injetores).

2.3.5.2 Floculação

Segundo a ABNT NBR 12216/1992: Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público, Floculadores “são unidades utilizadas para promover a agregação de partículas formadas na mistura rápida”.

Andrade (2010, p. 75) expõe que os floculadores são destinados a promover a agitação para a boa constituição de flocos e agregação das impurezas.

Neste sentido, entende-se que, após o processo de coagulação a água entra na câmara de floculação. Nesta câmara, as partículas coloidais adentram com uma distribuição granulométrica muito pequena, daí o processo de floculação acontece, com o escopo de fazer com que essas partículas entrem em contato entre si, procedimento decorrido através do aumento da velocidade da água, aumentando seu tamanho físico, ou seja, tornando as partículas maiores. Existem também dois tipos de floculadores: os Floculadores hidráulicos, compostos por Floculadores hidráulicos de fluxo horizontal e vertical (Chicanas), Floculador Alabama e Floculadores em meio poroso. E os Floculadores mecânicos que são os Agitadores de fluxo radial, Agitadores de fluxo axial e os Agitadores de ambos os fluxos (ANDRADE, 2010).

2.3.5.3 Decantação

Em relação aos decantadores, segundo a ABNT NBR 12216/1992: Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público “são unidades destinadas à remoção de partículas presentes na água, pela ação da gravidade”.

Logo, decantador é a estrutura onde ocorre a decantação, e essa última é o processo pelo qual as particuladas coloidais e outros tipos de sólidos existentes na água, através do aumento de seu volume e da força da gravidade, afundam. Separando assim o sólido, que será recolhido, do líquido, que dará continuidade ao processo de tratamento.

Nos decantadores procura-se obter um movimento tranquilo neutralizando os efeitos da turbulência que impedem que a sujeira sedimente (ANDRADE, 2010, p. 79).

O processo de sedimentação é classificado em 4 tipos. Sedimentação discreta, floculenta, em zona e por compressão. Onde, na Sedimentação discreta as partículas permanecem com a mesma dimensão durante todo o processo de sedimentação tornando assim sua velocidade constante, diferente da Sedimentação floculenta onde as partículas durante o processo aumentam sua dimensão, tornando a velocidade de sedimentação maior à medida que há o aumento das partículas, na Sedimentação em zona as partículas sedimentam-se como um bloco rígido, a concentração de sólidos é alta, o que faz com que as interações entre as partículas sejam significativas e a Sedimentação por compressão ou adensamento, evidencia-se uma interface entre o líquido clarificado e o sólido, enquanto os sólidos formam uma estrutura única (MIERZWA, p. 3-4).

2.3.5.4 Filtração

Após a sedimentação, a água ainda possui algumas pequenas partículas sólidas, logo, o passo seguinte é a filtração, que é justamente a remoção dessas partículas. Com relação aos tipos de filtração, existe a filtração por membrana, método mais sofisticado, onde a água passa por tubulações que contem membranas de osmose reversa, nano, ultra e microfiltração. Como também existe a filtração em meio granular, por meio de câmaras (ANDRADE, 2010).

As câmaras de filtração geralmente possuem largura igual a metade da largura do decantador, ou seja, geralmente para cada decantador existem duas câmaras filtradoras de área recomendada por norma de 25 a 100 m². A água decantada entra na câmara de filtração seja com sentido de vazão ascendente ou descendente e passa pelos meios filtrantes, sendo este com camada simples, dupla camada ou tripla camada (ANDRADE, 2010). Na camada simples o único material filtrante é a areia ou o antracito, na dupla camada existem os dois, e na tripla

camada existem a granada, areia e o antracito. Após a passagem do meio filtrante, existirá uma camada de água filtrada, que será a água recolhida. Após o processo de filtração, ocorre o processo de lavagem dos meios de filtração, que é dado apenas com água de lavagem e ar (ANDRADE, 2010).

2.3.5.5 Desinfecção

A água filtrada possui característica visivelmente agradável, porém ainda é imprópria para consumo, pois não se deve esquecer dos microrganismos patogênicos existentes nela. Daí entra o processo de desinfecção, onde ocorre a esterilização, que é o processo de eliminação de todas as formas de vida microscópicas que podem trazer doenças para o organismo. Alguns agentes desinfetantes são os físicos, como aumento de temperatura e radiação, e os químicos que são vários, Álcoois, Halogênios Ácidos e bases, etc. e dentre eles o mais conhecido que é o cloro.

Andrade (2010, p. 70) afirma que a desinfecção é um dos principais processos de purificação, dado através do emprego de cloro e seus compostos, de ozônio e da luz ultravioleta.

Por fim, com a água limpa e desinfetada, para chegar em nossas casas a água passa por dois últimos processos que são a Fluoretação e a correção de PH, onde o primeiro garante a concentração de flúor na água, para que seja possível a manutenção da saúde dental da população e o segundo é um método preventivo que consiste na alcalinização da água para remover o gás carbônico provocando a formação de uma película de carbonato na superfície interna das canalizações, ou seja, é um método que previne que a corrosão ocorra nas tubulações por onde a água passa (SPERLING, 1996).

2.3.6 Reservação

A reservação refere-se a etapa do SAA responsável por armazenar água tratada para que esta seja distribuída para a população, em quantidade e tempo limitado, em casos sequidade ou interrupção de alguns processos do SAA.

Tsutiya (2006, p. 10), de forma geral, atribui ainda uma importância maior para os reservatórios. Segundo ele: “Reservatório é o elemento do sistema de distribuição de água destinado a regularizar as variações entre as vazões de adução e de distribuição e condicionar as pressões na rede de distribuição”.

De forma mais completa, Tsutiya (2006, p. 337) apresenta as seguintes principais finalidades de um reservatório:

- **Regulariza a vazão:** Receber uma vazão constante, em casos de demanda média do dia de maior consumo de sua área de influência. Acumular água em casos de demanda inferior à média e fornecer vazões complementares em casos de vazões de demanda for superior à média;
- **Segurança ao abastecimento:** Fornecer água em casos de qualquer natureza de interrupção no SAA.
- **Reserva de água para incêndio:** Suprir vazões extras para o combate a incêndios;
- **Regularizar pressões:** A localização dos reservatórios pode influir nas condições de pressão da rede, tornando-a mais constante.

Como desvantagens, os reservatórios podem apresentar o custo elevado de implantação; a localização, que deve ser em cotas adequadas para atender as variações de vazão e pressão; e o impacto ambiental, que pelo mesmo motivo de variação de vazão e pressão e localidade adequada, podem ser planejados em áreas que sua implantação possa trazer grandes impactos ambientais (Tsutiya, 2006).

Existem quatro tipos de reservatórios: Os Reservatórios enterrados (totalmente abaixo da cota do terreno), os Reservatórios Semienterrados (com no mínimo um terço da altura enterrado), os Reservatórios Apoiados (com menos de um terço da altura enterrado), e os Reservatórios Elevados, cujo fundo está em uma cota superior a cota do terreno.

Sua localização num SAA também pode variar, especificamente em relação a rede de distribuição. Tsutiya (2006) aponta as seguintes localidades:

- **Reservatório de montante:** Localizado a montante da rede de distribuição de água, responsáveis pela distribuição de água desta rede;
- **Reservatório de jusante:** Localizado a jusante da rede de distribuição de água, chamados também de reservatórios de sobra, pois é ele que é responsável por receber água durante as horas de menor consumo e auxiliar com essa mesma água recebida em horários de maior consumo;
- **Reservatório de posição intermediária:** Normalmente são reservatórios de pequena capacidade, localizados intercaladamente no sistema de adução e tem função de servir de volante de regularização das transições entre bombeamento e/ou adução por gravidade.

Vale aludir que existem diversas formas de reservatórios (quadrados, retangulares, circulares, etc.), desde que, segundo Tsutiya (2006, p. 340), proporcionem máxima economia global em fundação, estrutura, utilização de área disponível, equipamentos de operação e interligação das unidades.

2.3.7 Rede de distribuição

Pela definição da ABNT NBR 12218/1994: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público, entendemos por rede de distribuição a parte do sistema de abastecimento formada de tubulações e órgãos acessórios, destinada a colocar água potável à disposição dos consumidores, de forma contínua, em quantidade e pressão recomendadas.

Tsutiya (2006, p. 389) ressalta alguns fatos interessantes sobre esta rede, um deles é que, em geral, 50% a 70% do valor total das obras de um SAA é devido a esta etapa. Tonando-se assim a etapa mais cara do sistema, outro fato, é que, as outras etapas (captação, adução, tratamento e reservação), por possuírem estruturas maiores e visíveis, e por estarem mais concentradas, recebem maior atenção e em decorrência maior manutenção, já as redes de distribuição, por serem enterradas e geralmente em vias públicas, tornam o acesso mais difícil, e sua manutenção torna-se bem mais complexa.

Porém, por justamente estar mais próximas da sociedade, nela deve ser tomada mais atenção e cuidados, principalmente no que diz respeito a qualidade e perda de água (TSUTIYA, 2006).

As redes de distribuição de água podem ser divididas em dois tipos: principal e secundária. Onde a primeira possui tubulações de maiores diâmetros e são responsáveis por alimentar as secundárias. As secundárias por sua vez, são de menor diâmetro e são responsáveis por distribuir a água final do SAA para as residências e pontos de consumo em geral (TSUTIYA, 2006).

Quanto ao tipo de redes de distribuição, podemos classificar segundo Tsutiya (2006) em redes ramificadas, redes malhadas e redes mistas, de acordo com a disposição das canalizações principais e o sentido de escoamento das tubulações secundárias.

Neste sentido, Andrade (2010) diz que, as redes ramificadas “são aquelas em que os condutos principais são traçados, a partir de um conduto principal central, com disposição ramificada, como sugere a denominação”. E as redes malhadas “são aquelas nas quais os condutos principais formam malhas, anéis ou circuitos, e por fim as redes mistas, são as redes que possuem tanto trechos ramificados quanto em malha.

É importante ressaltar, que as redes principais devem ser localizadas de preferência em vias não pavimentadas onde o trânsito não seja intenso, que não ocorram interferências significativas e que as condições do solo sejam melhores, facilitando a execução das obras e a manutenção da tubulação (TSUTIYA, 2006).

2.4 Estudo de demandas

No dimensionamento de um SAA, deve-se realizar um estudo de demandas de água. Todavia, alguns parâmetros devem ser levados em consideração em relação ao consumo de água de uma população alvo que o sistema irá atender. Logo, a seguir serão elencados alguns destes parâmetros que devem ser estudados levando em consideração a população atual e futura.

2.4.1 População abastecida

A lei nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007 que diz respeito as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a Política Nacional de Saneamento Básico, em síntese, diz em seu artigo 2º inciso I e II, que o atendimento de um SAA deve compreender toda a uma população à que ele está inserido, não negando o acesso a toda a população. Isto pode ser verificado seguinte trecho:

Art 2º Os serviços públicos de saneamento básico serão prestados com base nos seguintes princípios fundamentais:

I – universalização do acesso;

II –integralidade, compreendida como o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico, propiciando à população o acesso na conformidade de suas necessidades e maximizando a eficácia das ações e resultados [...].

Ou seja, uma população tem o direito de utilizar ou não os serviços da companhia de saneamento do estado, porém, esta por sua vez, em seu dimensionamento do SAA, deve abranger toda a população a ser atendida. Neste sentido, o percentual de atendimento adotado para o SAA deve ser de 100% da população estimada.

2.4.2 Alcance de estudo

Para termos noção do alcance de estudo, é importante que se tenha conhecimento sobre o que é um período de projeto.

Segundo Andrade (2010), para uma cidade, o período de projeto de um sistema de abastecimento de água deve levar em consideração não somente a demanda da população atual, mas também em virtude da população futura, neste sentido, admite-se que a população está variável e crescente, com o decorrer dos anos, é fundamental que se fixe a época até quando o sistema irá funcionar de forma adequada

Logo, o universo temporal necessário para atingir essa época demarca o período de projeto (ANDRADE, 2010).

No Brasil, é comum adotar-se um período mínimo de 20 anos para as pequenas e médias cidades e 30 anos para as metrópoles e capitais, logo, como é o caso de Delmiro Gouveia, ser uma cidade de pequeno a médio porte, será estabelecido o alcance do estudo de 20 anos.

2.4.3 Projeções populacionais

Para o dimensionamento de um SAA que atenda o consumo das gerações futuras faz-se necessário a projeção populacional, ou seja, estimar uma quantidade de habitantes que uma população terá em anos futuros, atingindo assim o alcance de estudo já mencionado no item anterior. Para tal feito é necessário que se utilize de modelos matemáticos que determinem a população para o fim de plano de projeto seguindo a tendência do histórico populacional apresentada por no mínimo os 4 últimos censos demográficos (TSUTIYA, 2006).

O modelo matemático consistirá em buscar uma função que descreva o comportamento do crescimento populacional da cidade de Delmiro Gouveia. Segundo Morais (2011, p. 43), na percepção dos analistas, o melhor método que se adeque a esta situação é o dos mínimos quadrados.

Outro muito utilizado é o método da interpolação polinomial, porém, este método não leva em consideração a tendência dos dados, usada mais em casos de estimativas dentro de um intervalo fechado, sem extrapolar (MORAIS, 2011, P. 43). Logo, se tratando de uma população de uma cidade, isto não seria possível, pois o método dos mínimos quadrados baseia-se na ideia de que o mesmo representa a tendência dos dados, se ajustando ao pretendido.

De forma sucinta, o método baseia-se em encontrar uma aproximação de funções numa perspectiva diferente da interpolação (BURDEN, 2008). Segundo o mesmo autor, esse método procura encontrar um melhor ajustamento para um conjunto de dados, no nosso caso, o tempo e a população, tentando minimizar a soma dos quadrados das diferenças entre a curva ajustada.

O método sempre começa com a minimização da soma (Equação 1):

$$S = \sum_{i=1}^N (y_i^0 - y_i)^2 \quad (1)$$

Onde:

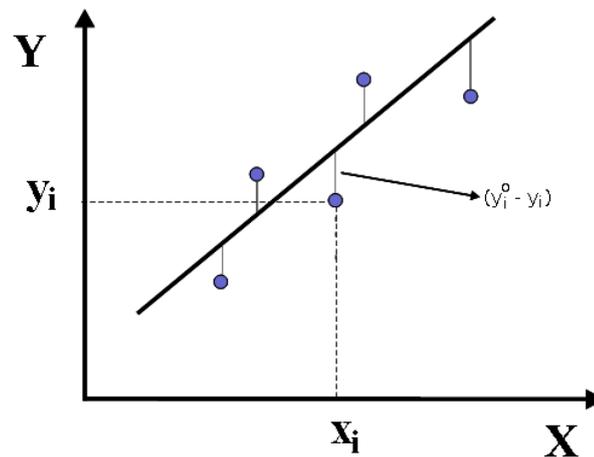
y^o_i = valores observados de y

y_i = valores calculados de y

com i variando de 1 até n.

Ou seja, segundo Oliveira Filho (2013), “[...] o método implica em minimizar os quadrados dos resíduos” (figura 7).

Figura 7 – Minimização dos quadrados



Fonte: Oliveira Filho (2013)

Vale ressaltar que para tal estimativa populacional, hoje existem softwares de computador que facilitam tais cálculos, trazendo assim resultados mais confiáveis.

2.4.4 Coeficiente do Dia e Hora de maior consumo

A variação do consumo pode ser estimada através dos coeficientes do dia e hora de maior consumo. A água distribuída para uma cidade não tem vazão constante mesmo

considerada invariável a população residente da mesma. As condições climáticas e os hábitos da população exercem significativa influência (ANDRADE, 2010).

Neste sentido, o coeficiente K1 refere-se ao coeficiente do dia de maior consumo, que é a relação entre o maior consumo diário no ano e o consumo médio diário no ano. Já o coeficiente de hora de maior consumo é representado pelo K2, que é a relação da maior vazão horária no dia e a vazão média horária no dia.

A PNB-587-ABNT/1997 recomenda para projeto o uso de K1 e K2 igual a 1,2 e 1,5, respectivamente.

2.5 População e Amostra

O cálculo da amostra é um cálculo estatístico e imprescindível, quando se pretende realizar uma pesquisa de campo referente a uma população de uma cidade com o intuito estimar o consumo e de afirmar ou não se a água que à abastece está suprindo a demanda da mesma.

Triola (2011, p. 252) afirma que: “As duas maiores aplicações da inferência estatística envolvem o uso de dados amostrais para (1) estimar o valor de um parâmetro populacional e (2) testar alguma afirmação (ou hipótese) sobre uma população”.

Os levantamentos por amostragem permitem a aplicação de procedimentos de inferência estatística, os quais propiciam que os dados analisados possam ser avaliados com maior segurança, e também possibilitem a generalização para a população (TRIOLA, 2011).

Logo, verifica-se que a amostragem é um recurso amplamente utilizado, principalmente por ser econômico em tempo e recursos financeiros. Pois quanto maior o tamanho da amostra, maior o gasto de recursos financeiros, porém, quanto menor a amostra, maior a probabilidade de a precisão seja insuficiente para um resultado.

Neste sentido, faz-se necessário a utilização de cálculos adequados para que determine a quantidade de questionários adequada a aplicar na população, que tragam resultados válidos, mas não mais que o suficiente.

Porém, é necessário que alguns significados sejam referidos para um melhor entendimento dos cálculos utilizados. Assim, parafraseando Triola (2011), as seguintes definições são postas:

- **Erro amostral (E):** é a diferença entre o valor estimado pela pesquisa e o verdadeiro valor. Em geral, esse valor é definido pelo próprio pesquisador, todavia, frequentemente o valor definido é 5%.
- **Intervalo de confiança:** é uma faixa de valores usada para se estimar o verdadeiro valor de um parâmetro populacional.
- **Valor crítico (Z):** é um número associado ao nível de confiança, que separa estatísticas amostrais que têm chance de ocorrer daquelas que não tem.
- **Nível de confiança:** é a proporção de vezes que o intervalo de confiança realmente contém o parâmetro populacional, supondo que o processo de estimação seja repetido um grande número de vezes. Ou seja, é a probabilidade de que o erro amostral efetivo seja menor do que o erro amostral admitido pela pesquisa. Geralmente se utiliza o valor de 95% para o nível de confiança, onde seu valor crítico é igual a 1,96.
- **Proporção amostral observada (P) e o verdadeiro valor a proporção populacional (Q):** Conceitos parecidos, porém, a diferença entre a proporção amostral e a proporção populacional pode ser encarada como um erro. Estes são valores percentuais complementares ($P+Q = 1$), comumente são atribuídos valores de 50% para ambos.
- **População (N):** é o número de elementos existentes no universo da pesquisa.

Dando continuidade, a equação (2) é a que possibilita obter a quantidade de amostra, nesse caso, a quantidade de questionários a serem utilizados na pesquisa:

$$n = \frac{N.Z^2.P.Q}{(Z^2.P.Q)+E^2.(N-1)} \quad (2)$$

Onde:

n: Amostra calculada

N: População

Z: Valor crítico associado ao nível de confiança

P: Proporção amostral observada

E: Erro amostral

Com $Q = 1 - P$, temos a seguinte equação (3):

$$n = \frac{N.Z^2.P.(1-P)}{Z^2.P.(1-P)+E^2.(N-1)} \quad (3)$$

2.6 Considerações sobre a revisão bibliográfica

A partir do que foi escrito, com o estudo de obras de vários autores e normas vigentes sobre o tema, podemos adquirir uma visão melhor sobre a importância tanto histórica quanto atual de um sistema de abastecimento de água, em seus aspectos econômicos, sanitários e sociais, que foram importantes desde as primeiras civilizações e permanecem até hoje.

Podemos tirar conhecimento, de uma forma geral, dos caminhos percorridos pela água em seu processo de mudança de água bruta para água tratada e das etapas de um sistema de abastecimento de água, responsáveis por essa purificação, das atividades envolvidas e dos processos físico-químicos que compõe este sistema responsável por sua captação, adução, tratamento, elevação e reservação até, enfim, chegar na distribuição de forma própria para consumo.

Foram exibidos parâmetros a serem usados nos cálculos para estimativas de consumo num dimensionamento de um SAA e exibido também a equação que possibilita obter uma quantidade de amostra a ser utilizada numa pesquisa de campo referente a uma população.

Buscando o número ideal que possa repercutir em resultados confiáveis para posteriores análises e afirmações que venham a surgir com a aplicação de questionários.

Várias informações foram aferidas pois o motivo desta revisão bibliográfica seria o de obter o que foi escrito neste item. Entrar minuciosamente em cada detalhe dos processos de um sistema de abastecimento de água e seus cálculos de dimensionamento necessitaria de outros tipos de estudos, fugiria muito do objetivo global deste trabalho e impediria o encaminhamento do mesmo, logo, seguiremos em frente com o que foi pretendido.

3 METODOLOGIA

Metodologia refere-se as ações tomadas durante a elaboração de um trabalho que tiveram como objetivo recolher informações através de instrumentos de coleta de dados e de análise.

Neste aspecto, o presente trabalho tem por objetivo realizar um diagnóstico sobre o sistema de abastecimento de água da cidade de Delmiro Gouveia – AL, bem como os objetivos específicos citados anteriormente através de: Uma contextualização da área de estudo; Visita às instalações, mostrando a situação atual do sistema; Cálculos da previsão de consumo de água para a demanda existente e futura do local e Pesquisa de campo, através da aplicação de questionários.

3.1 Delimitação do estudo

Os dados levantados da pesquisa foram obtidos através da aplicação de questionário (Apêndice A) na cidade de Delmiro Gouveia – AL, no âmbito de seu espaço urbano e rural, correspondendo a 9 bairros e quatro povoados da cidade, tal pesquisa ocorreu no período de tempo de 02 a 09 de Janeiro de 2015.

É importante ressaltar que, para a quantidade de questionários a serem aplicados em cada localidade, foram levadas em consideração o tamanho de cada uma. Por exemplo: Nos bairros Centro, Novo e Eldorado, por serem os maiores, foram aplicados 60 questionários em cada um, os demais bairros variam entre 25, 20 e 15 questionários.

Já na zona rural, foram aplicados 15 questionários em cada povoado. Onde foram escolhidos 3 povoados, localizados entre a captação do sistema e a ETA, e outro após a ETA, ou seja, os primeiros são abastecidos por água bruta e o segundo por água tratada, com o intuito de verificar se existem diferentes respostas em relação a qualidade e quantidade de água que estes recebem.

Sobre o questionário, tal ferramenta de pesquisa é composta por 12 perguntas objetivas aplicadas à população residente do espaço aferido e suas respostas podem ser encontradas no apêndice B no final deste trabalho.

Já os dados referentes ao sistema de abastecimento de água da cidade foram obtidos através do site da CASAL, pelos funcionários da mesma e por análise in loco das unidades constituintes do sistema.

3.2 Procedimentos de coleta de dados

Para a presente pesquisa, com o intuito de obtenção dos dados, além da pesquisa de campo e dos funcionários da CASAL, já mencionadas no item anterior, foram feitas pesquisas bibliográficas, pesquisa documental, coleta de dados no site da CASAL bem como da mesma forma no site do IBGE.

3.3 Tratamento dos dados

A presente pesquisa por assumir diversos caracteres, descritiva, exploratória, pesquisa bibliográfica e estudo de campo. Denota assim, uma análise dos dados do tipo quantitativa e qualitativa.

Segundo Moraes (2011), neste tipo de pesquisa a análise dos dados deve ser quantitativamente e qualitativamente. Pois, para o primeiro, sua execução “[...] envolveu diversos procedimentos: codificação das respostas, tabulação dos dados e análise e interpretação destes.” Já para o segundo, “[...] foram utilizados procedimentos de identificação e caracterização, objetivando assim, obter maior clareza dos dados obtidos”.

3.4 Contextualização da área de estudo

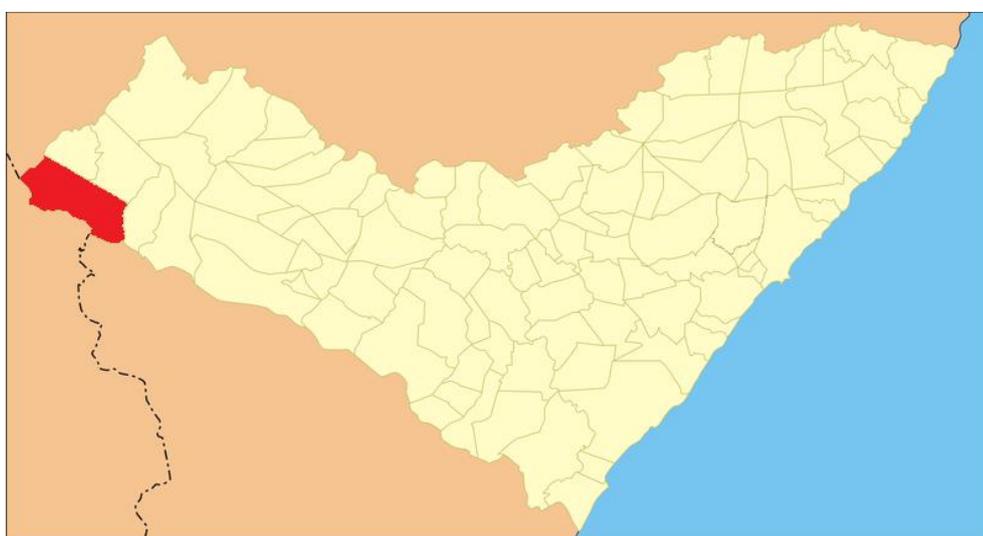
Para uma pesquisa realizada na cidade de Delmiro Gouveia – AL nada mais justo e necessário que se faça uma contextualização ou caracterização da área de estudo para estabelecer um conhecimento sobre as características particulares da mesma (GOMES, 2002).

Neste sentido, adiante segue algumas informações importantes de se obter conhecimento sobre a cidade, consideradas relevantes para a pesquisa em questão.

3.4.1 Localização do município de Delmiro Gouveia

De acordo com os dados do IBGE (2015), o município de Delmiro Gouveia localiza-se no extremo oeste do estado, na mesorregião Sertão Alagoano e na microrregião Alagoana do Sertão do São Francisco (Figura 8), entre a latitude 09°23'09" Sul e longitude 37°61'47" Oeste, ocupando uma área de 608,491 km², de uma área total do estado de 27.774,993 km², que corresponde a um percentual de 2,19% desta área. A cidade fica situada a 304 km de distância da capital de Alagoas, Maceió, com altitude média de 256 m acima do nível do mar.

Figura 8 – Localização de Delmiro Gouveia no sertão alagoano



Fonte: WikiAlagoas (2015)

3.4.2 Hidrografia de Delmiro Gouveia

Segundo dados encontrados no projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea do Serviço Geológico do Brasil - CPRM (2005), o município de Delmiro Gouveia encontra-se inserido na bacia hidrográfica do Rio São Francisco, sendo banhado apenas por tributários secundários da sub-bacia do Rio do Maxixe, que atravessa a sede do município.

Os principais tributários são: a WNW, os Riachos Salinas, da Olaria, do Curral Novo, do Correia, das Mortes, da Cachoeira, Salgadinho e da Ripa.

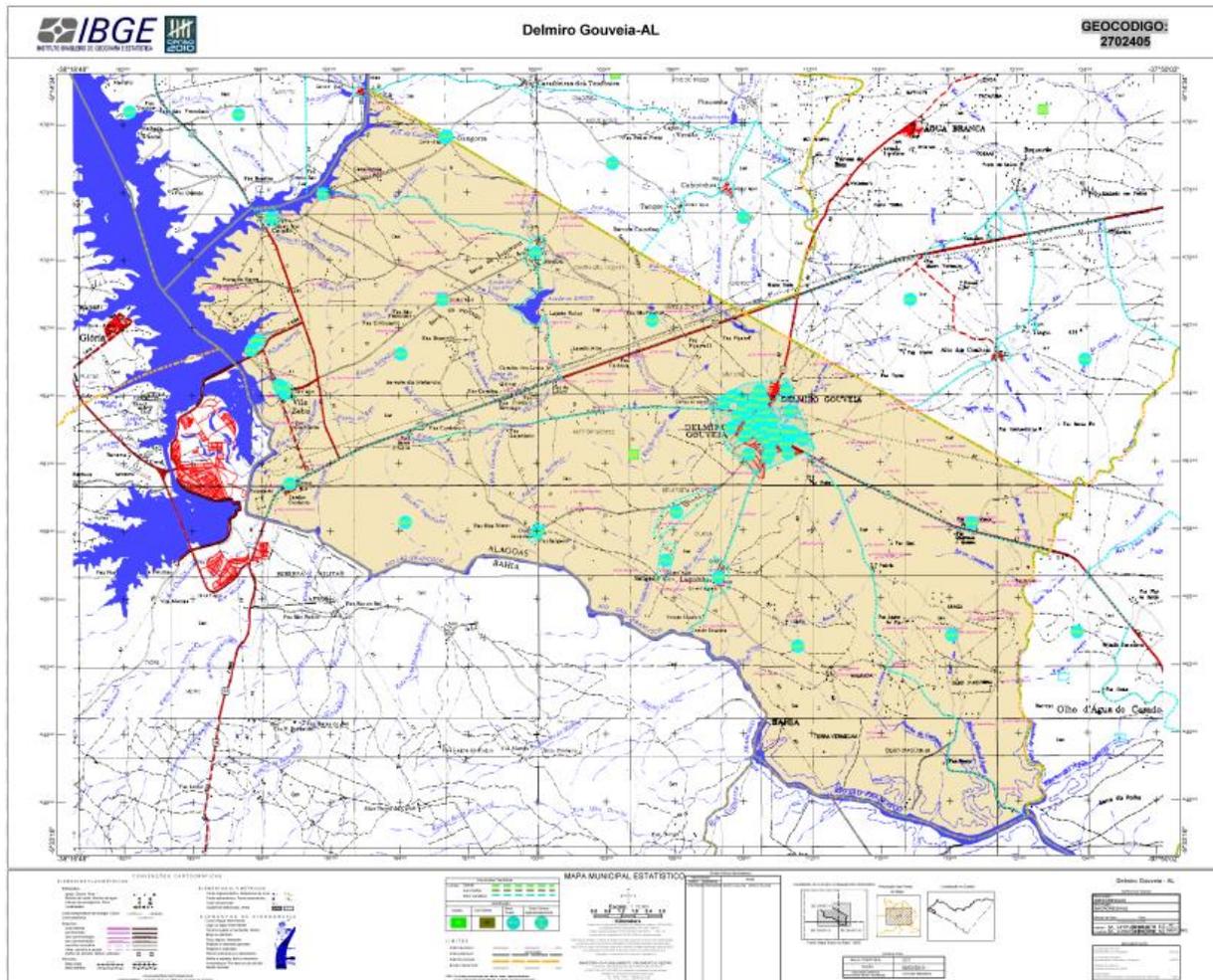
Na porção centro-sul, os riachos Lajedinho, Pereira, do Cordeiro, Grota Funda, Grande da Cruz, Barriguda, Salgado e da Veneza.

Na porção ESSE, os Riachos Xingó, da Areia, do Castanho, dos Juremas, Olho d'Água, Bom Jesus, Cachoeirinha e do Talhado.

Existe ainda, na proporção NW, um Açude do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), que deságua no Riacho Pereira.

Podemos ter uma noção na figura 9 abaixo, representado pelas linhas azuis escuras, o Rio São Francisco e os riachos que fluem pelo município:

Figura 9 – Rio São Francisco e os principais tributários da cidade representados pelas linhas azuis escuras



Fonte: IBGE (2015)

3.4.3 Climatologia e Pluviometria

O clima da cidade de Delmiro Gouveia é muito quente, e indo de acordo com o projeto do CPRM (2005) e que permanece até hoje, é classificado como tropical semiárido, com chuvas de verão que tem início e fim variáveis, porém os períodos mais comuns se iniciam em novembro com término em abril, obtendo valores de precipitações médias anuais de 432,8mm.

3.4.4 População

De acordo com os dados obtidos do censo demográfico encontrados no site do IBGE (2010), a população de Delmiro Gouveia é de 48.096 habitantes, e para o ano de 2014, a estimativa populacional feita pelo mesmo órgão, encontra-se na faixa dos 51.349 habitantes, abrangendo a população moradora da zona urbana e da zona rural. A tabela 1 abaixo nos mostra essa variação do número populacional.

Tabela 1 – Histórico populacional da cidade de Delmiro Gouveia – AL

Ano	1991	1996	2000	2007	2010	2013	2014
População	41.214	40.404	42.995	46.599	48.096	50.999	51.349

Fonte: IBGE (2010)

Com os valores da tabela 01, percebe-se que, com exceção do ano de 1996, a população do município vem numa evolução positiva neste intervalo de tempo acima.

3.4.5 Situação socioeconômica

Como o item anterior, os dados aqui prescritos baseiam-se no censo demográfico realizado pelo IBGE em 2010, no caso da situação socioeconômica, os valores aqui levam como parâmetros o valor do salário mínimo da época (R\$ 510,00). Partindo disto, foi criada a tabela 2 com o conteúdo acerca das informações postas no assunto deste item.

Tabela 2 - Pessoas de 10 anos ou mais de idade, por classes de rendimento nominal mensal

Rendimento	Quantidade (pessoas)	Quantidade (Acumulado)	Percentual	Percentual (Acumulado)
Sem rendimento	15691	15691	40,08%	40,08%
Até 1 salário mínimo	16236	31927	41,47%	81,55%
Mais de 1 a 2 salários mínimos	4386	36313	11,20%	92,75%
Mais de 2 a 3 salários mínimos	1137	37450	2,90%	95,65%
Mais de 3 a 5 salários mínimos	1091	38541	2,79%	98,44%
Mais de 5 a 10 salários mínimos	478	39019	1,22%	99,66%
Mais de 10 a 20 salários mínimos	102	39121	0,26%	99,92%
Mais de 20 salários mínimos	31	39152	0,08%	100,00%
Total	39152	-	100,00%	-

Fonte: IBGE (2010)

É válido mostrar que, a tabela acima apresenta dados dos resultados da amostra adotada pelo IBGE (2010), a categoria **sem rendimento** inclui as pessoas que recebiam somente em benefícios.

Tabela 3 – Classificação socioeconômica por faixa de rendimentos

Classificação quanto ao salário mínimo (SM)	Quant. (Pessoas)	Percentual
Baixa Renda (menor que 3 SM)	37450	95,65%
Média Renda (maior que 3 SM e menor que 10 SM)	1569	4,01%
Alta Renda (maior que 10 SM)	133	0,34%

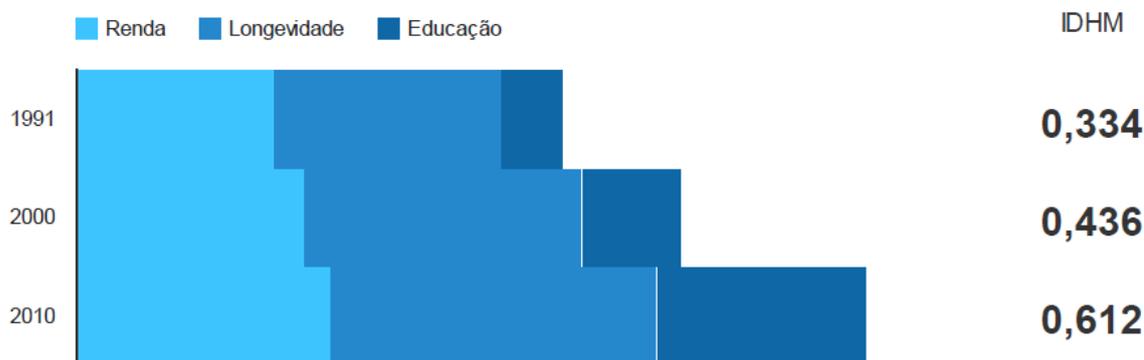
Fonte: IBGE (2010)

A tabela 3 acima mostra a classificação socioeconômica da cidade de Delmiro Gouveia baseado em até três salários mínimos como baixa renda, maior que três e menor que dez salários mínimos como média renda e maior ou igual a dez como alta renda (IBGE,2010).

Podemos verificar que, 95,65% da população é de baixa renda, logo, pressupõem-se que a população é carente financeiramente.

Contudo, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) vem mostrando um aumento nos últimos anos, o gráfico 1 ilustra esta informação:

Gráfico 1 – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal da cidade de Delmiro Gouveia



Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013 (2013)

Como podemos verificar, o IDHM do município (0,612, em 2010) está em crescimento pois leva em consideração outros parâmetros além da renda da população, no caso a longevidade e a educação. Tal informação é descrita pelo Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013 (2013) onde o município está situado na faixa de IDHM médio, entre 0,6 e 0,699. Logo, entre 2000 e 2010, a dimensão que mais cresceu em termos absolutos foi a educação, com crescimento de 0,259, seguida por longevidade e renda. Já no caso de 1991 a 2000, a dimensão que mais cresceu foi a longevidade, em termos absolutos (0,12), seguida por educação e por renda.

Percebe-se então que a renda do município sempre ficou em último lugar nos parâmetros do IDHM. Além do que, 81,55% ganham mensalmente valores menores ou iguais a um salário mínimo (tabela 02), ou seja, são valores extremamente baixos para atender os padrões básicos de sobrevivência.

3.4.6 Sistema de abastecimento de água existente na cidade de Delmiro Gouveia

As informações a seguir foram elencadas de forma resumida e obtidas através de pesquisas no site da CASAL e em documentos oriundos dos próprios funcionários da mesma. Algumas etapas do sistema foram vistas *in loco* para um melhor entendimento e comprovação através de fotografias.

3.4.6.1 Manancial

A etapa inicial de todo SAA, além dos estudos prévios já mencionados na revisão bibliográfica, é a escolha do manancial. Neste sentido, o manancial escolhido para o SAA de Delmiro Gouveia foi o das águas do rio São Francisco. Aliás, não somente para o SAA de Delmiro Gouveia mas também à região, por isso o nome é dado por Sistema Coletivo do Sertão. Uma explicação bem mais detalhada é encontrada no site da CASAL que diz o seguinte:

A existência do Rio São Francisco como único manancial com vazão segura em toda a região do semi-árido alagoano e a escassez de mananciais, mesmo na área do Agreste, determina a existência dos Sistemas Coletivos. Tais Sistemas utilizam-se de um único manancial para o abastecimento de duas ou mais cidades, interligadas por uma série de adutoras. Em algumas situações o tratamento ocorre junto à área urbana, aduzindo-se água bruta. Em outra se tem Estações de Tratamento únicas, aduzindo água já tratada (CASAL, 2015).

Podemos perceber também que um dos principais motivos desta escolha além de ser o manancial mais próximo da cidade com vazão desejável, foi a qualidade da água, que como também visto na revisão bibliográfica, dependendo da qualidade, os processos de tratamento podem ser simplificados, que é o que acontece na ETA de Delmiro Gouveia, visto com mais detalhes posteriormente.

3.4.6.2 Captação e EEAB

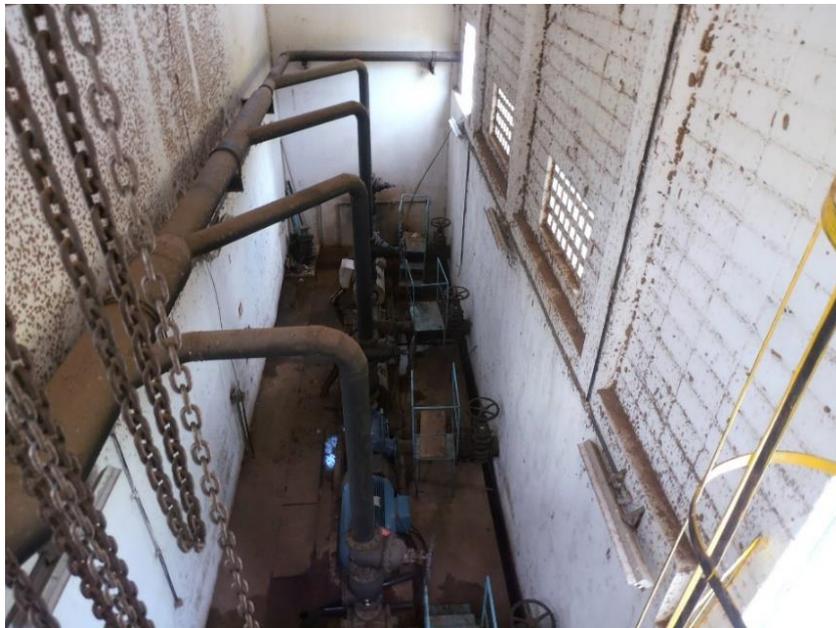
O tipo de manancial é superficial, logo, o tipo de captação do SAA de Delmiro Gouveia também é tipo superficial, diretamente do rio São Francisco, onde a mesma é feita no povoado denominado Salgado. A figura 10, mostra onde é feito esse processo de captação e em seguida a figura 11 mostra os quatro conjuntos motobombas de captação existente.

Figura 10 – Captação de água do rio São Francisco no povoado Salgado



Fonte: Autoria própria (2015)

Figura 11 – Quatro bombas de captação



Fonte: Autoria própria (2015)

Inicialmente a captação era do tipo superficial flutuante e hoje, ainda superficial, porém através de um poço de sucção com 2,1 metros de profundidade (figura 12). A estação utiliza

grades para reter impurezas maiores como restos de vegetação e após a captação a água é bombeada até a ETA, logo, percebe-se que além de captação ela também é uma EEAB.

Figura 12 – Poço de sucção da EEAB



Fonte: A autoria própria (2015)

A figura 13 a seguir mostra a entrada da EEAB. Sua operação, utiliza quatro conjuntos motobombas de 300 CV cada e vazão de 331, 462, 354 e 356 m³/h, respectivamente, todas numa faixa de 131 mca (metros de coluna d'água), considerada uma pressão bastante alta. Porém, percebemos que a adução encontra-se trabalhando no limite de operação, pois todas as quatro bombas trabalham concomitantemente sendo que, de reserva, existem apenas dois motores e apenas uma bomba.

Figura 13 – Entrada da EEAB

Fonte: Autoria própria (2015)

3.4.6.3 Adução

Após o processo de captação no povoado, a água é elevada até a ETA localizada em Delmiro Gouveia. Porém, vale lembrar que tanto estes quanto os próximos processos são ligados pelas adutoras.

A adução da água bruta (a montante da ETA) é feita por meio de tubos de ferro fundido de 600 mm de diâmetro e é bifurcada em dois tubos de 450mm cada. Com extensão de 12 km. Existe ainda as ramificações desta adura, as subadutoras, que são responsáveis por levar a água captada para alguns povoados do município, sendo que o único processo de tratamento da água destas localidades é o da desinfecção.

Já a adutora de água tratada é composta por 3 diâmetros diferentes, porém é subdividida para 4 partes da cidade.

Para a parte alta da cidade, passam duas adutoras, uma de 200 mm e outra de 150 mm; para a parte referente a região centro da cidade, encontra-se a adutora de 400 mm; e a adutora mais velha que abastece os bairros Chácara São Vicente, Pedra Velha, Desvio e vai para a cidade de Olho D'Água do Casado, possui diâmetro de 200mm.

A figura 14 mostra as principais adutoras coletivas do estado de Alagoas, onde podemos relatar que a adutora do sertão está entre elas.

Figura 14 – Principais adutoras coletivas de Alagoas



Fonte: CASAL (2015)

3.4.6.4 ETA

Chegando na ETA, local onde será realizado o processo de tratamento, a água passa primeiramente por uma câmara de carga (figura 15), que trata-se de um tubo de fibra de vidro com a finalidade de reduzir a pressão em que a água vem advinda da EEAB. Esta redução de pressão faz com que não afete ou danifique os filtros.

Figura 15 – Câmara de carga

Fonte: Autoria própria (2015)

O fato de a câmara de carga existir para não danificar os filtros, subentende-se que a água advinda da EEAB passa diretamente pelo processo de filtração. E é exatamente isto que acontece, principalmente no verão. Pela qualidade da água, não se é necessário que ela passe pelos processos de floculação e sedimentação, necessitando da coagulação apenas em dias de inverno, onde a qualidade da água não é tão boa como no caso do verão. Todavia, não se é encontrado em normas ou na literatura, documentos que provem que estes procedimentos diferenciados entre inverno e verão sejam válidos.

O material coagulante é armazenado em tanques (figura 16). O processo de coagulação se dá através da inserção de sulfato de alumínio (material coagulante) na água no momento em que ela passa pela câmara de carga que também é um trecho de alta turbulência, essa substância e a própria turbulência fazem com que as partículas suspensas (impurezas) se juntem umas nas outras provocando o aumento do seu volume e isto faz com que elas fiquem mais facilmente retidas nos filtros.

Figura 16 – Tanques de armazenamento de material coagulante



Fonte: Autoria própria (2015)

O processo em que a água passa pela coagulação sem precisar de floculação nem sedimentação, indo direto para os filtros, é denominado filtração em linha (OLIVEIRA NETTO, 2014). A figura 17 abaixo nos dá a noção de como são os filtros da ETA:

Figura 17 – Filtros compostos por brita e areia



Fonte: Autoria própria (2015)

Os filtros são compostos em seu interior por brita graduada e areia lavada, materiais responsáveis pela filtração. Com relação ao sentido do escoamento a filtração é ascendente. É verificado na figura 17 apenas três filtros, porém na ETA eles estão num total de 6 filtros com capacidade de tratar 210 m³/h cada. O que determina a vazão é a turbidez da água, sendo que a taxa mínima de escoamento é igual a 150 m³/h e a máxima equivale a 216 m³/h. Assim, o valor máximo de água tratada por hora nesta ETA é de 1296 m³ referente aos seis filtros.

Depois da filtração, toda sujeira que fica retida no tanque é removida pelo processo de retrolavagem cujo fluxo d'água se dá de forma ascendente. Para esse processo são utilizadas três bombas, sendo uma reserva, com potência de 75 CV cada (figura 18).

Figura 18 – Bombas para lavagem dos filtros



Fonte: Autoria própria (2015)

3.4.6.5 Reservação

Após filtrada a água é transferida para 3 reservatórios semienterrados com capacidade de 1250 m³ cada (Figura 19), isto na ETA, pois em todo o território do município são encontrados mais 4 reservatórios apoiados e 11 elevados, com capacidades que variam de 50, 100 e 200 m³, totalizando um valor de 5050 m³ de reservação para a cidade de Delmiro Gouveia

(Anexo A). Contudo, nesta etapa a água já tem passado pelo processo de desinfecção, onde ela recebe uma dosagem de cloro, logo, a água que se encontra armazenada nos reservatórios já está em condições de consumo e potabilidade, ou seja, já é considerada água tratada.

Figura 19 – Reservatórios semienterrados



Fonte: Aatoria própria (2015)

São utilizados quatro cilindros de cloro gasoso de 900 Kg cada, responsáveis pelo armazenamento do produto desinfetante, a figura 20 abaixo mostra um destes cilindros.

Figura 20 – Cilindro de armazenamento de cloro gasoso



Fonte: Aatoria própria (2015)

É importante dizer que, para evitar prováveis transbordamentos de água no reservatório, foram instalados extravasores (figura 21), responsáveis para que tais acontecimentos não venham a surgir e causar a perda de água tratada.

Figura 21 – Extravasor instalado ao reservatório para evitar transbordamento



Fonte: Aatoria própria (2015)

3.4.6.6 EEAT

A EEAT é a responsável por recalcar a água tratada do reservatório (figura 22) para a rede de distribuição propiciando também que a água atinja pontos de cotas mais elevadas. A figura 23 mostra a casa de bombas da EEAT que comporta 12 quantidades de conjunto motobombas (6 titulares e 6 suplentes) que se dividem da seguinte forma:

- Para a parte alta da cidade:

- Adutora de 200 mm: Duas bombas de 30 CV com vazão de 92,1 m³/h;
- Adutora de 150 mm: Duas bombas mais antigas de 20 CV e mais duas novas de 25 CV com vazão de 61,8 m³/h;
- Para o centro da cidade: Como a região do centro encontra-se em menor cota à EEAT, a água flui por conduto livre, apenas pela ação da força da gravidade. Porém, a água consegue atingir uma vazão de 178 m³/h e uma pressão de 3mca;
- Com sentido para Olho D'Água do Casado: Duas bombas de 250 CV de potência e vazão de 255,96 m³/h.

Além das adutoras e bombas mencionadas acima, existem mais duas adutoras destinadas ao abastecimento das outras cidades contempladas pelo sistema coletivo. Uma dessas adutoras possui duas bombas de 200 CV e a outra, mais duas bombas de 350 CV, sendo que esta última adutora distribui um pouco de sua água para Delmiro Gouveia.

Entretanto, como a EEAB, a EEAT também encontra-se numa situação não muito boa, pois as adutoras que abastecem Olho D'Água do Casado e Água Branca estão paradas, ou seja, duas bombas quebradas, existindo apenas 3 bombas reservas. Logo, percebe-se que a operação encontrada hoje na EEAT está muito abaixo do nível de operação que ela comportaria. Este descaso acontece devido ao aumento da demanda de água decorrente do aumento da população que exigiu mais do sistema.

As bombas reservas tem a finalidade de entrar em operação caso uma venha a falhar, porém, todas devem estar funcionando em períodos alternados, pois a não utilização ou se elas permanecerem por muito tempo sem operação, pode danificá-las. Assim, este processo de reversamento propiciaria uma operação contínua do sistema de distribuição. Portanto, percebe-se que o problema da EEAT é o seguinte, se 4 bombas pararem ao mesmo tempo, existem apenas 3 para auxiliar, logo, uma destas adutoras ficará sem água até que sua bomba seja concertada, tornando assim uma operação descontínua.

Figura 22 – Tubulação da EEAT que capta a água do reservatório



Fonte: Autoria própria (2015)

Figura 23 – EEAT (casa de bombas)



Fonte: Autoria própria (2015)

3.4.6.7 Rede de distribuição

A rede de distribuição é a rede de tubulações destinada a levar a água tratada para a cidade de Delmiro Gouveia e seus povoados, além de mais sete municípios da região: Água Branca, Pariconha, Mata Grande, Inhapi, Canapi, Olho D'Água do Casado e um povoado de

Piranhas. Motivo vide tópico 3.4.6.1 onde explica o motivo do SAA de Delmiro Gouveia ser um sistema coletivo.

Esta água, parte é distribuída por recalque, através das bombas da EEAT, e a outra é por conduto livre, através da força da gravidade com sentido às zonas mais baixas, como já explicado no item anterior.

Ainda na ETA (designação dada não apenas a parte de tratamento de água, mas sim ao local inteiro em si, que comporta a ETA propriamente dita, os reservatórios, a EEAT, etc.) foram instaladas ventosas para aliviar o ar que adentra na rede de distribuição. A figura 24 mostra uma dessas ventosas aplicadas.

Figura 24 – Ventosa



Fonte: Autoria própria (2015)

Vale ressaltar que, todas as etapas de tratamento são acompanhadas por profissionais especializados e semanalmente é feita uma verificação da qualidade da água tratada.

Depois do tratamento, a água é distribuída para oito municípios, incluindo Delmiro Gouveia e alguns de seus povoados, porém, com a finalidade de seguir com o escopo do presente trabalho, não foi analisado a situação da oferta e demanda de água destes outros municípios.

É importante frisar que, o nome dado a ETA de Delmiro Gouveia é Estação de Tratamento de Água do Sistema Coletivo do Sertão e, segundo a CASAL, está ETA é uma

afirmação. Pressupondo então que estes valores não foram quantificados especificamente para Delmiro Gouveia devido ao fato de que o que existe hoje é um sistema integrado.

3.4.6.8 Ligações Domiciliares

Ligações domiciliares ou ligações ativas, são as ligações dos moradores que utilizam em suas residências o SAA de sua cidade, no nosso caso, são as ligações que utilizam o SAA disponibilizado pela CASAL.

A importância desta informação se deve pelo fato de que os moradores têm o direito ou não de adquirir o sistema para sua casa, onde em casos negativos, acabam tomando outras formas de se conseguir água, como por exemplo, a contratação de carros pipa. Neste sentido, segundo dados disponibilizados pela CASAL, as ligações ativas cadastradas encontradas em Delmiro Gouveia estão em número de 14.539 ligações.

3.4.6.9 Integração do canal adutor do sertão alagoano com o sistema coletivo de abastecimento de água do alto sertão

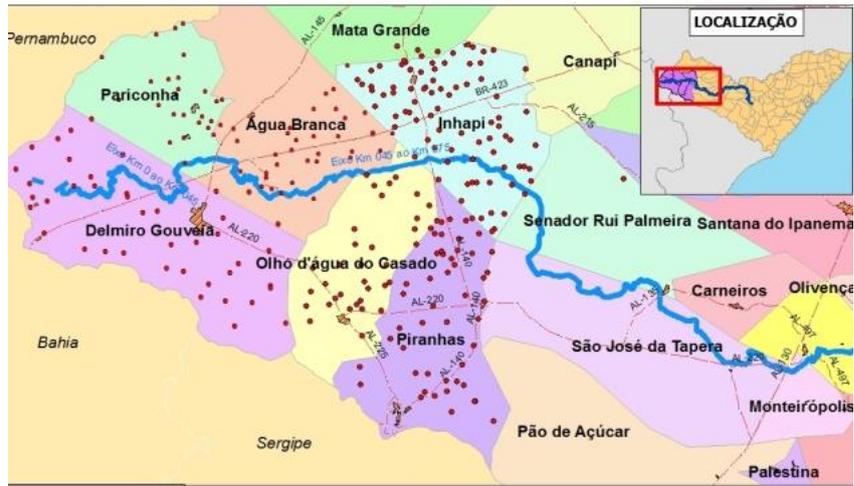
O título do presente item, integração do canal adutor do sertão alagoano com o sistema coletivo de abastecimento de água do alto sertão, mais conhecida como adutora do alto sertão, refere-se a nova obra que se encontra em execução.

Tal obra, prevista para ser finalizada em 2015, em resumo, denota um novo sistema de abastecimento de água que será empregado não somente no município de Delmiro Gouveia, mas sim à região do alto sertão, considerada mais seca e mais árida do estado, contemplando também as cidades de Água Branca, Canapi, Inhapi, Mata Grande, Olho D'Água do Casado, Pariconha e mais 24 povoados.

Segundo notícia encontrada no site do ministério da integração nacional (2013), a obra faz parte do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), compreende a inversão de fluxo, ampliação e melhorias do Sistema adutor do Alto Sertão de Alagoas, a partir da interligação com o Canal Adutor do Sertão Alagoano, que vale ressaltar, esta última é uma obra mais

conhecida como Canal do Sertão (figura 26), que tem início também em Delmiro Gouveia e é finalizada em Arapiraca (região agreste do estado), que encontra-se bem adiantada e em alguns trechos já está em operação (figura 27), beneficiando a agricultura de pequenos proprietários de terras da região.

Figura 26 – Traçado do Canal do Sertão



Fonte: Valor Mercado (2013)

Figura 27 – Parte já concluída do Canal do Sertão



Fonte: Seinfra – AL (2006)

Logo, em síntese, a obra da Adutora do Alto Sertão em sua operação irá captar a água advinda do Canal do Sertão, após, irá tratar esta água e em seguida distribuirá para as cidades já mencionadas.

Segundo dados da CASAL, e de forma a detalhar um pouco, segue algumas informações sobre a operação:

- **A captação:** Encontra-se no km 36,8 do trecho I do Canal do Sertão situado em Água Branca.
- **EEAB:** A obra conta com a instalação de uma EEAB que captará a água do canal através de três conjuntos motobomba com vazão de 250 l/s e potência de 83 CV.
- **ETA:** A água bruta recalçada pela EEAB seguirá para a ETA, onde ela passará pelos processos de coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção, ou seja, pelo processo convencional.
- **Reservação:** A obra comporta dois reservatórios apoiados, um com capacidade de 1500 m³ e outro com capacidade de 600 m³.
- **EEAT:** Assim como os reservatórios, também existem na obra duas estações elevatórias de água tratada, a primeira denominada de EEAT 01, que recalcará a água para as cidades de Delmiro Gouveia, Olho D'Água do Casado e região e para o segundo reservatório; a segunda denominada EEAT 02, capta a água do segundo reservatório (de 600 m³) e recalca a água para Pariconha, Água Branca e região. Tal operação é necessária pois estas últimas cidades encontram-se em cotas muito elevadas, necessitando de outra EEAT. A capacidade das bombas, em vazão e potência, da EEAT 01 é de 82,5 l/s e 150 CV, 98 l/s e 60 CV, 27 l/s e 40 CV, para o reservatório de Água Branca, cidade de Delmiro Gouveia e Olho D'Água do Casado, respectivamente. A capacidade da EEAT 02, em vazão e potência, é de 35 l/s e 100 CV, 65 l/s e 150 CV, para Pariconha e Água Branca e região, respectivamente.
- **Adutora:** A adutora compreende 250 quilômetros de tubulação.

Vale informar que, as instalações da EEAB, ETA, Reservatório de 1500 m³ e EEAT 01, localizam-se no mesmo local da captação.

Ao todo, a Adutora do Alto Sertão levará água para o consumo de mais de 128 mil habitantes, população prevista para a região até o ano de 2035.

Segundo dados da Secretaria de Estado da Comunicação da Agência de Alagoas (2014), a obra Adutora do Alto Sertão foi orçada em 100 milhões e encontra-se com 32% já concluída.

4 RESULTADOS OBTIDOS

4.1 Evolução da população e sua demanda de água

A seguir, serão mostrados os resultados dos cálculos, considerações e parâmetros utilizados para o dimensionamento da demanda de água de um sistema de abastecimento de água, nesse caso, para a demanda da cidade de Delmiro Gouveia.

Basicamente, o estudo consiste em analisar o período de projeto, a estimativa populacional e a previsão do consumo desta população. Segundo Tsutiya (2006), “[...] A operação dos sistemas e as suas ampliações e/ou melhorias estão diretamente associadas à demanda de água”.

Para Andrade (2010), “a elaboração de um projeto de abastecimento de água exige o conhecimento das vazões de dimensionamento das diversas partes constituintes do sistema”, seguindo isto, o mesmo autor diz que para se conhecer a vazão do sistema faz-se necessário conhecer a demanda de água, que é em função do número de habitantes e o consumo per capita.

Nestas alocações, percebe-se que a demanda de água refere-se ao consumo da população, que por sua vez está totalmente associado a qualidade do sistema. Porém, se destrincharmos o consumo de água, devemos levar em consideração o clima, o padrão de vida, os hábitos da população, o sistema de fornecimento de água, a qualidade da água fornecida, o custo da água, a pressão na rede, perdas, continuidade dos serviços e consumo per capita (GOMES, 2002).

4.1.1 Consumo per capita

De um modo geral, o consumo per capita pode ser obtido através de três métodos: Leitura dos hidrômetros (Micromedição), Leitura do macro medidor instalado na saída do reservatório (Macromedição) e quando não existir medição, onde neste último caso é adotado um valor tabelado para o consumo de água referente a quantidade de habitantes da população em estudo (TSUTIYA, 2006).

O método utilizado pela CASAL é o da micromedição, porém, tal valor específico não se foi possível obter conhecimento. Logo, a partir de outros dados obtidos pelos funcionários da empresa, encontrados na tabela 4, podemos obter, indiretamente, um valor de consumo per capita:

Tabela 4 – Volume utilizado de água por ligações ativas no mês

Ligações ativas		Volume utilizado (m ³)
Zona urbana	10985	174249
Zona rural	3554	
Total	14539	

Fonte: CASAL (2014)

A tabela 4 acima, diz respeito ao volume de água utilizado (levando em consideração as perdas) por ligações ativas do mês de dezembro de 2014. Assim, a equação (4) nos dá um valor em m³ por ligação mês:

$$\frac{\text{Volume utilizado}}{\text{Ligações ativas}} \quad (4)$$

$$\frac{\text{Volume utilizado}}{\text{Ligações ativas}} = \frac{174249}{14539} = 11,9849370658 \frac{m^3}{\text{lig.mês}}$$

Através dos resultados obtidos pela pesquisa de campo, visto com mais detalhes posteriormente, pelo site do IBGE e pelos próprios funcionários da CASAL, podemos adotar um valor médio de 3 moradores por residência, sendo que cada ligação ativa corresponde a uma residência. Assim:

$$11,98 \frac{m^3}{lig.mês} \cdot \frac{1lig}{3hab} \cdot \frac{1mês}{30dias} \cdot \frac{1000l}{1m^3} = 133,17 \frac{l}{hab.dia}$$

Pode-se perceber na expressão acima que os valores foram arredondados para duas casas decimais, 1 m³ equivale a 1000 L e 1 mês corresponde a 30 dias. Finalmente, podemos adotar um consumo per capite de água para a cidade de Delmiro Gouveia de 133,17 L/hab. dia.

4.1.2 Estimativa populacional de Delmiro Gouveia

Como já apresentado do tópico 3.4.4, o número populacional de Delmiro Gouveia vem apresentando um histórico representado pela tabela 1. Assim, presume-se que o número populacional está em variação crescente.

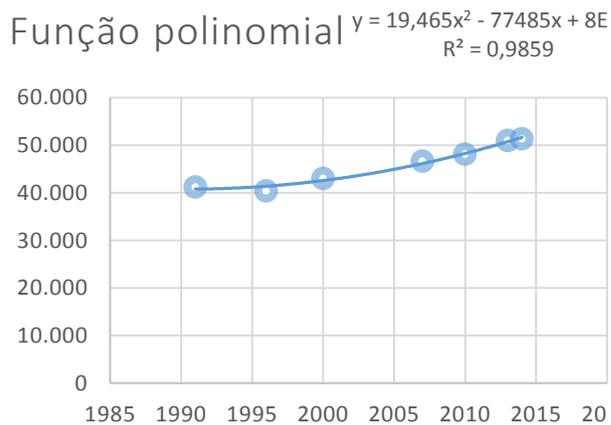
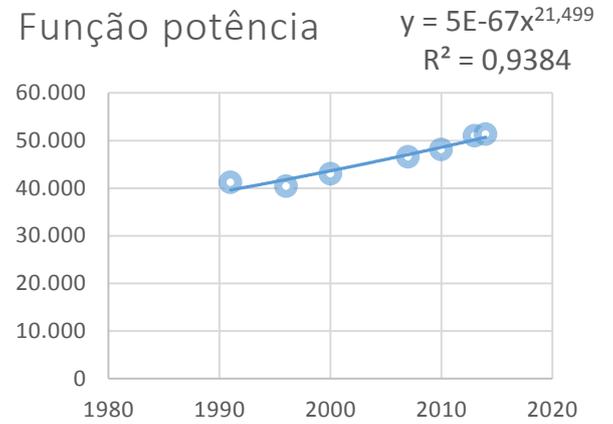
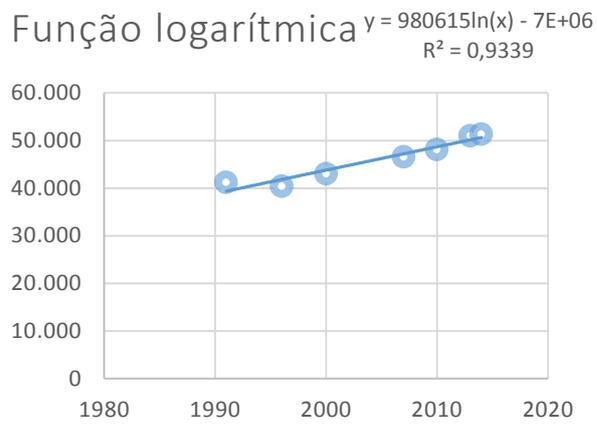
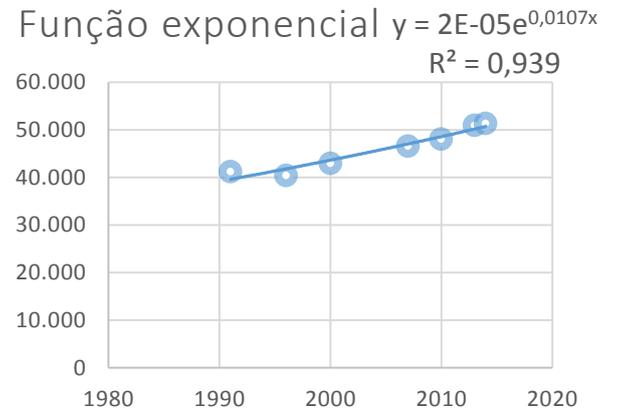
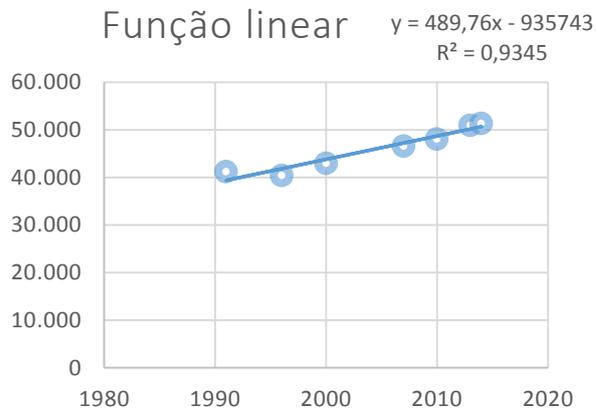
4.1.2.1 Projeções populacionais do município

Para o cálculo das projeções populacionais, obtenção de funções e implementação dos gráficos, foi utilizado a ferramenta computacional Microsoft Excel 2013. Vale ressaltar que, segundo Morais (2011), para uma melhor confiabilidade no método, diferentes linhas de tendências populacionais com suas respectivas funções são obtidas de maneira a encontrar a que mais se ajusta aos dados da população (Figura 28).

É importante aludir também que, o parâmetro R² é o que indica o quanto a função encontrada se ajustou aos dados, ou seja, quanto mais próximo o R² de 1, maior a confiabilidade da função e em decorrência do resultado.

A seguir são dados os gráficos obtidos, as diferentes funções e os diferentes R² na tabela 5 comparativa:

Figura 28 – Gráficos de diferentes funções



Fonte: Autoria própria (2015)

Tabela 5 – Comparativa do R²

Função	Linear	Logarítmica	Polinomial	Exponencial	Potência
R²	0,9345	0,9339	0,9859	0,939	0,9384

Fonte: Autoria própria (2015)

Percebe-se que, com os valores comparados de R², o que mais se aproxima de 1 é o R² correspondente a função polinomial.

4.1.2.2 Estudo populacional adotado

Através do item anterior, percebemos que, teoricamente, a equação que melhor se aplicaria a estimativa populacional de Delmiro Gouveia seria a função polinomial, que corresponde ao que se segue abaixo:

$$Y = 19,465x^2 - 77485x + 8.10^7 \quad (5)$$

Onde:

Y = valor populacional do ano pretendido

x = ano pretendido

Ou seja, se aplicarmos na equação 5 acima o valor do ano que pretendemos obter o número populacional em x, obteremos o valor de Y que é o equivalente populacional deste ano pretendido.

Porém, os valores obtidos com a equação acima não condiziam com a realidade, pois os valores foram considerados muito altos em relação a tendência de crescimento da população atual. Tais valores podem ser observados na tabela 6, bem como os valores populacionais estimados das outras funções:

Tabela 6 – Comparativo das estimativas populacionais das cinco funções

Ano	População (habitantes)				
	Linear	Logarítmica	Polinomial	Exponencial	Potência
2015	51123	460886	2900005	46199	54649
2016	51613	461373	2900983	46696	55235
2017	52103	461859	2902000	47199	55827
2018	52593	462345	2903057	47706	56425
2019	53082	462831	2904152	48220	57029
2020	53572	463316	2905286	48738	57639
2021	54062	463802	2906459	49263	58256
2022	54552	464287	2907671	49793	58879
2023	55041	464772	2908922	50328	59508
2024	55531	465256	2910212	50870	60144
2025	56021	465741	2911541	51417	60786
2026	56511	466225	2912908	51970	61434
2027	57001	466709	2914315	52529	62090
2028	57490	467192	2915761	53094	62751
2029	57980	467676	2917245	53665	63420
2030	58470	468159	2918769	54243	64095
2031	58960	468642	2920331	54826	64778
2032	59449	469125	2921932	55416	65467
2033	59939	469607	2923572	56012	66163
2034	60429	470089	2925252	56615	66866
2035	60919	470571	2926970	57224	67577

Fonte: Autoria própria (2015)

Verifica-se que, os valores que mais seguem uma estimativa lógica condizente com o histórico e a tendência de crescimento são os referentes às funções linear e potência. Porém, dentre as duas, o valor de R^2 que mais chega próximo de 1 é o da função potência, assim, adotaremos os valores da população estimados da função potência.

$$Y = 5.10^{-67} . x^{21,499} \quad (6)$$

Onde,

Y= valor populacional do ano pretendido

x = ano pretendido

Assim, a tabela 7 abaixo destaca a estimativa populacional da função potência:

Tabela 7 – Evolução da população sugerida para Delmiro Gouveia

Ano	População (habitantes)
2015	54649
2016	55235
2017	55827
2018	56425
2019	57029
2020	57639
2021	58256
2022	58879
2023	59508
2024	60144
2025	60786
2026	61434
2027	62090
2028	62751
2029	63420
2030	64095
2031	64778
2032	65467
2033	66163
2034	66866
2035	67577

Fonte: Autoria própria (2015)

É importante ser registrado que, outro fato que sanciona a tomada de decisão de se escolher a estimativa populacional da função potência foi a chegada da Universidade Federal de Alagoas (UFAL – Campus do Sertão) na cidade em 2010. Tendo em vista que uma universidade proporciona o aumento da população em que ela está inserida devido as várias oportunidades que ela gera para os habitantes de dentro e fora da região, aumentando significativamente o número de imigrantes no município.

4.1.3 Demanda atual e futura de água potável

Feita a estimativa populacional, para os cálculos de demanda da população, de acordo com a lei nº 11.445/2007, abrangeremos toda a população estimada para Delmiro Gouveia, num período de 20 anos, ou seja, a população a ser atendida em 2035.

Seguindo esta ideia, a tabela 8 abaixo mostra-nos os valores obtidos com os devidos cálculos da demanda futura, contemplando a evolução das demandas médias, máximas diárias e máxima do dia e hora de maior consumo, com o uso do K1 e do k2, bem como o volume da reserva necessária para a cidade de Delmiro Gouveia, mostrando se haverá ou não déficit de distribuição:

Tabela 08 – Evolução da população e relação oferta/demanda de água para cidade de Delmiro Gouveia.

Ano	População (hab)		Per Capita (l/hab.dia)	Vazões (l/s)			Reservação (m³)		
	Total	Atendida		Média (1)	Máx. diária (2)	Máx. hor. (3)	Necessária (4)	Existente	Déficit / Superávit (5)
2015	54649	54649	133,17	84,23	101,08	151,62	2911,02	5050	2139
2016	55235	55235	133,17	85,13	102,16	153,24	2942,24	5050	2108
2017	55827	55827	133,17	86,05	103,26	154,88	2973,78	5050	2076
2018	56425	56425	133,17	86,97	104,36	156,54	3005,64	5050	2044
2019	57029	57029	133,17	87,90	105,48	158,22	3037,82	5050	2012
2020	57639	57639	133,17	88,84	106,61	159,91	3070,33	5050	1980
2021	58256	58256	133,17	89,79	107,75	161,62	3103,18	5050	1947
2022	58879	58879	133,17	90,75	108,90	163,35	3136,36	5050	1914
2023	59508	59508	133,17	91,72	110,07	165,10	3169,87	5050	1880
2024	60144	60144	133,17	92,70	111,24	166,86	3203,73	5050	1846
2025	60786	60786	133,17	93,69	112,43	168,64	3237,93	5050	1812
2026	61434	61434	133,17	94,69	113,63	170,44	3272,49	5050	1778
2027	62090	62090	133,17	95,70	114,84	172,26	3307,39	5050	1743
2028	62751	62751	133,17	96,72	116,06	174,10	3342,65	5050	1707
2029	63420	63420	133,17	97,75	117,30	175,95	3378,26	5050	1672
2030	64095	64095	133,17	98,79	118,55	177,82	3414,24	5050	1636
2031	64778	64778	133,17	99,84	119,81	179,72	3450,58	5050	1599
2032	65467	65467	133,17	100,91	121,09	181,63	3487,29	5050	1563
2033	66163	66163	133,17	101,98	122,37	183,56	3524,37	5050	1526
2034	66866	66866	133,17	103,06	123,67	185,51	3561,83	5050	1488
2035	67577	67577	133,17	104,16	124,99	187,48	3599,67	5050	1450

- (1) (População atendida x Per capita) /86.400
- (2) Vazão média x 1,2
- (3) Vazão máxima diária x 1,5
- (4) (Vazão máxima diária x 86,4) /3
- (5) (Reservação existente) - (Reservação necessária)

Fonte: Autoria própria (2015)

Assim, percebe-se que com os cálculos da tabela 8, o SAA de Delmiro Gouveia proporcionará um superávit arredondado de 1450 m³ de água para a população.

4.2 Pesquisa de campo

Feito a análise da oferta e da demanda de água da cidade de Delmiro Gouveia, o próximo passo foi pôr em prática a aplicação dos questionários. O intuito desta atividade é conhecermos na realidade como anda a situação do SAA da cidade, sabermos como a população enxerga tal sistema que é regido pela CASAL.

De acordo com o censo demográfico de 2010 realizado pelo IBGE, a população de Delmiro Gouveia estima-se em 51.349 habitantes, logo, este foi o valor de N utilizado na equação (2) para obter uma quantidade amostral necessária de questionários aplicados à população do município. Os demais valores foram os seguintes: Z = 1,96; P = 50% = 0,5 e E = 5% = 0,05. Assim, temos o seguinte cálculo:

$$n = \frac{51.349 * 1,96^2 * 0,5 * (1 - 0,5)}{1,96^2 * 0,5 * (1 - 0,5) + 0,05^2 * (51.349 - 1)} = 381,31$$

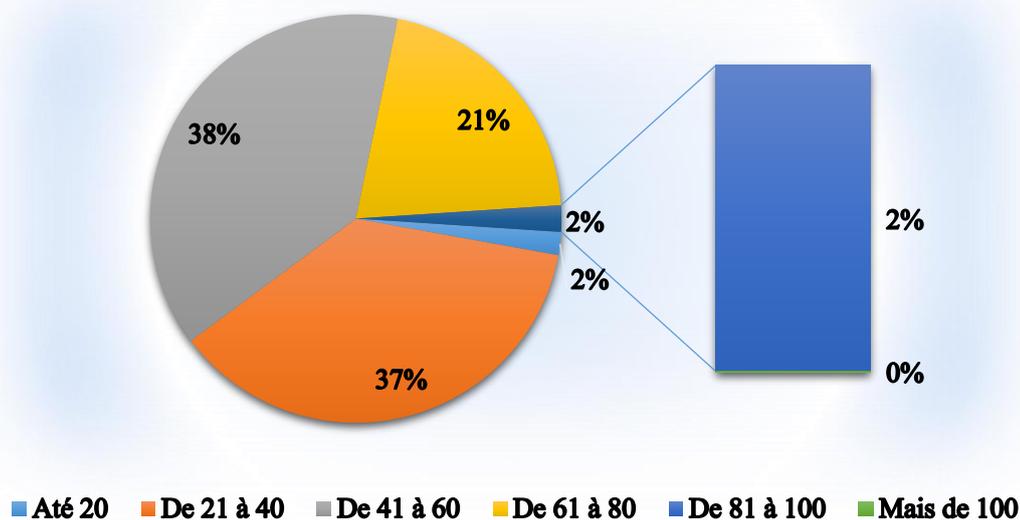
Segundo Triola (2011, p. 259), para garantir que o tamanho amostral exigido seja no mínimo tão grande como deve ser, se o tamanho amostral calculado não for um número inteiro, deve-se arredonda-lo para o inteiro maior mais próximo.

Logo, com o arredondamento, verificamos que os questionários a serem apostos a população de Delmiro Gouveia, para um valor amostral, deve ser numa quantidade mínima de 382 questionários que foram divididos e aplicados na zona urbana e zona rural da cidade.

Entendesse por zona urbana, os questionários aplicados aos bairros Centro, Novo, Eldorado, Pedra Velha, Campo Grande, Bom Sossego, Desvio, Chácara São Vicente e COHAB's (velha e nova). Já a zona rural, foram envolvidos os povoados Salgado, Rabeca, Lagoinha e Caraiberas.

Tal questionário pode ser encontrado no Apêndice A no final deste trabalho. A seguir são elencados os resultados obtidos com essa pesquisa.

Figura 29 - Faixa etária



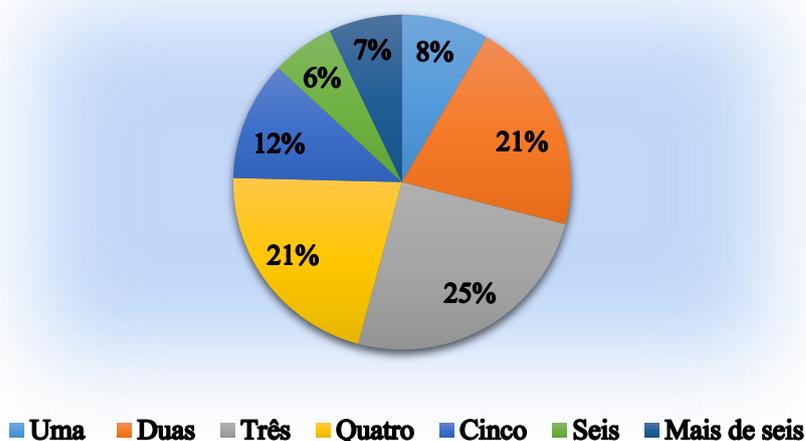
Resposta	Quantidade
Até 20	7
De 21 à 40	141
De 41 à 60	147
De 61 à 80	79
De 81 à 100	8
Mais de 100	0

Fonte: Autoria própria (2015)

Em 1934 surge os três primeiros códigos ecológicos da constituição: o código das Águas, o Florestal e o de Mineração. Porém, apenas na década de 70, mais especificamente em 1972, é que os assuntos ambientais começaram a ganhar destaque no mundo através da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente em Estocolmo na Suécia (OLIVEIRA NETTO, 2014). Neste sentido, a presente pesquisa baseia-se de que, antes dessa época, não existia tanta preocupação em relação ao racionamento do consumo de água, já que a água é um recurso do meio ambiente e antes disso era considerada um bem infinito. Logo, presume-se que as pessoas que hoje se encontram com 43 anos ou mais, não tiveram em sua base educacional tais preocupações com os recursos hídricos e o meio ambiente num geral.

Seguindo esta teoria, a figura 29 mostra que em Delmiro Gouveia 38% dos habitantes chefes da casa possuem entre 41 a 60 anos, 21% de 61 a 80 e 2% de 81 a 100 anos, gerando um total de 61% dos habitantes que possuem 41 anos ou mais. Assim, pode-se supor que a população da cidade não teve uma formação educacional, profissional e pessoal que se preocupasse com o consumo de água. Vale ressaltar que esta investigação leva em consideração apenas a questão da idade, logicamente deve existir várias pessoas com estas idades que no decorrer da vida receberam informações de conscientização da importância do racionamento de água.

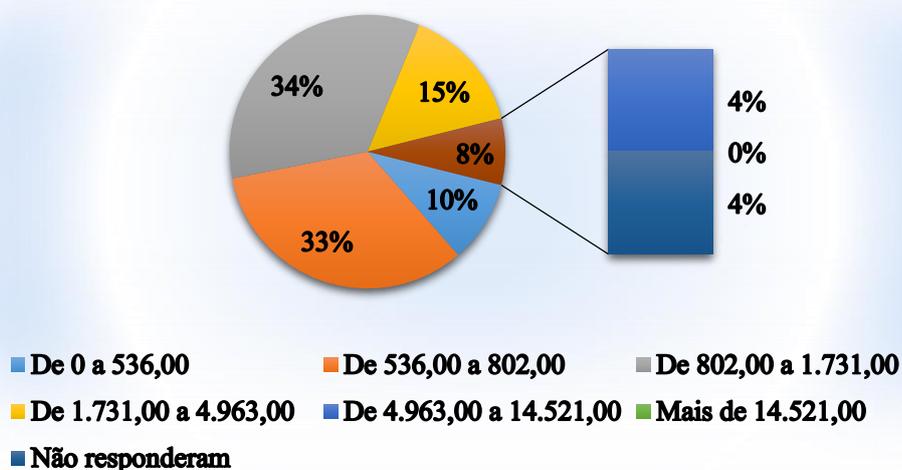
Figura 30 - Taxa de ocupação



Resposta	Quantidade
Uma	32
Duas	79
Três	96
Quatro	81
Cinco	44
Seis	23
Mais de seis	27

Fonte: Autoria própria (2015)

Segundo dados constados na figura 30, a maioria das casas do município possuem uma taxa de ocupação em suas casas de duas a quatro pessoas, em sua maioria com três habitantes. Logo, este pode ser um número considerado pequeno para o consumo de água, pois pesquisas apontam que quanto mais pessoas residentes num mesmo local, maior será o consumo de água deste, o que não é o caso de Delmiro Gouveia.

Figura 31- Renda mensal

Resposta	Quantidade
De 0 a 536,00	37
De 536,00 a 802,00	127
De 802,00 a 1.731,00	131
De 1.731,00 a 4.963,00	57
De 4.963,00 a 14.521,00	15
Mais de 14.521,00	0
Não responderam	15

Fonte: Autoria própria (2015)

Segundo Tsutiya (2006), são vários os fatores que afetam no consumo de água, entre eles, podemos constar os hábitos e o nível de vida da população. Pois os hábitos refletem na utilização da água, como por exemplo, se gostam de animais, gastam mais água para lavá-los, se gostam de jardins, gastam mais água para regá-los, etc. Já em relação à economia, quanto mais elevado o poder econômico e social da população, maior consumo de água, e em decorrência a maior facilidade de comprar máquinas de lavar roupas, máquinas de lavar louça, lavagem de automóveis, piscinas e outras aplicações que visam trazer conforto e facilidades.

Neste sentido, a figura 31 mostra que 34% da população de Delmiro Gouveia ganha numa faixa de R\$802,00 a R\$1.731,00.

Vale ressaltar que, os valores postos no questionário seguem a ordem da Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE), de classificação do Critério Brasil (2012), estes valores podem ser observados na figura 32 seguinte:

Figura 32 – Critério Brasil de classificação

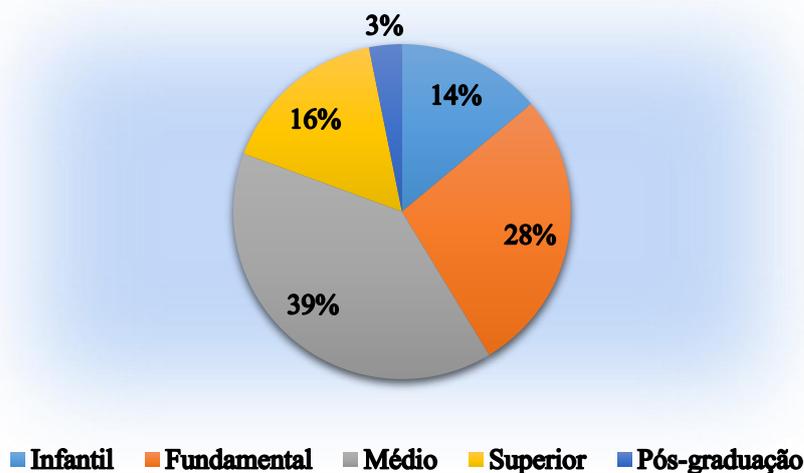
Renda familiar média (R\$/mês)

Classes	Segundo o Grau de Vulnerabilidade	Classes	Segundo o Critério Brasil
Extremamente pobre	227	E	536
Pobres mas não extremamente pobres	648	D	802
Vulnerável	1.030	C2	1.150
Baixa classe média	1.540	C1	1.731
Média classe média	1.925	B2	2.882
Alta classe média	2.813	B1	4.963
Baixa classe alta	4.845	A2	9.457
Alta classe alta	12.988	A1	14.521

Fonte: SAE (2012)

Logo, percebe-se que a população de Delmiro Gouveia em sua maioria, pertencem a classe C1 ou C2, ou seja, podem ser consideradas entre as classes Vulnerável e de Baixa classe média. Onde apenas 4% estão na faixa da classe A, ganhando na faixa dos R\$4.963 a 14.521. Ou seja, neste aspecto econômico, a população da cidade não consome muita água.

Um fato interessante de ser mencionado, foi o receio de algumas pessoas, e até mesmo a negação, de responder a esta questão. Motivos estes desconhecidos, tendo em vista que eles não passaram por nenhuma espécie de identificação que comprometesse sua integridade. Presume-se que pode ter sido por falta de confiança em dar esta informação a um desconhecido.

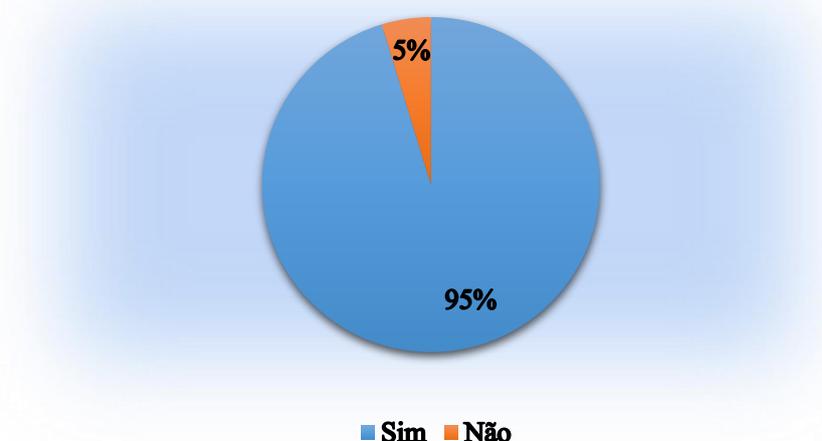
Figura 33 - Escolaridade

Resposta	Quantidade
Infantil	53
Fundamental	105
Médio	150
Superior	62
Pós-graduação	12

Fonte: Autoria própria (2015)

Semelhante ao questionamento aplicado para a primeira figura, a presente figura 33 feita através de uma pergunta que baseia-se na suposição de que, quanto maior o grau de escolaridade de uma pessoa, maior será as chances de se obter conhecimento sobre a importância do uso adequado da água. Tendo em vista que os assuntos pertinentes à preservação ambiental são vistos de forma cada vez mais aprofundada nos níveis maiores de educação, sem importar que tipo de especialidade seguir nos estudos, pois as questões ambientais atingem níveis de interdisciplinaridade.

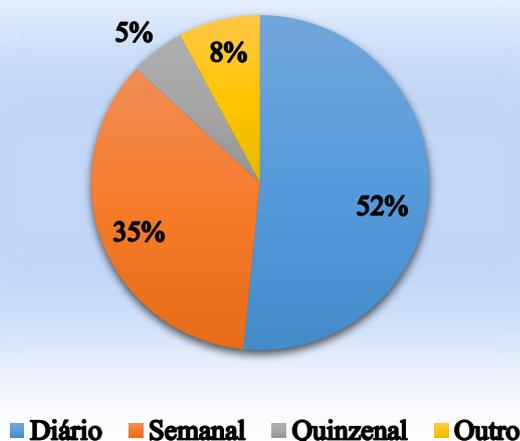
Hoje, pode-se encontrar escolas que desde os primeiros níveis de educação já ensinam a fechar as torneiras na hora de ensaboar as mãos, de não desperdiçar a água e outras medidas que buscam introduzir nos alunos práticas de preservação ambiental. Porém, casos de maior abrangência no assunto, vistos em sua grande maioria no ensino superior e de pós-graduação, não são tão comuns no município, pois apenas 19% da população obtêm tais níveis de escolaridade.

Figura 34 - Água corrente

Resposta	Quantidade
Sim	364
Não	18

Fonte: Autoria própria (2015)

Podemos verificar na figura 34 acima, que 95% da população de Delmiro Gouveia possui água corrente em suas casas. Tais respostas nos trazem um aspecto positivo sobre o sistema de abastecimento de água de Delmiro Gouveia, onde independentemente se a água chega ou não nas residências, ao menos em sua grande maioria possui encanação, buscando seguir a universalização do acesso constada no inciso I do artigo 2º da lei nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007, já mencionado anteriormente.

Figura 35 - Ciclo de recebimento de água

Resposta	Quantidade
Diário	197
Semanal	135
Quinzenal	20
Outro	30

Fonte: Autoria própria (2015)

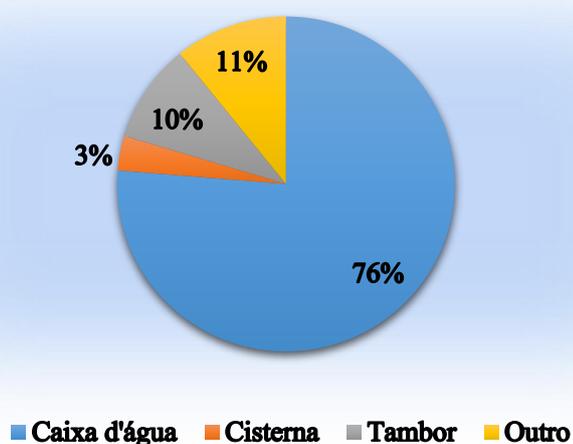
O ciclo de recebimento de água diz respeito a frequência com que a água chega nas residências dos moradores da cidade. Com resultados não tão animadores assim, apenas 52% da população recebe água todos os dias, o que seria ideal 100%. Em ciclos semanais, são 35% e 5% em ciclos quinzenais, mostrados no gráfico da figura 35 acima.

Foi pedido que especificassem qual seria o ciclo de recebimento de água caso a resposta fosse “outro”, assim em análise, algumas respostas foram simplesmente exclamadoras! Existiam casos mais simples de dia sim dia não, encontrados nos bairros Centro, Bom Sossego, Campo Grande e no povoado Lagoinha. Casos de 2 em 2 dias, encontrados no bairro Eldorado e no povoado Lagoinha. Casos de 3 em 3 dias, nos bairros Eldorado, Pedra Velha, e nos povoados Lagoinha e Salgado. Casos de 5 em 5 dias, nos bairros Pedra Velha e Bom Sossego. Casos mais complicados, de mês em mês, encontrados nos bairros Eldorado e Campo Grande. E o mais extremo, considerado um absurdo de existir, que foi o caso de uma residência no povoado Caraiberas, que tinha um ciclo de 5 em 5 meses de recebimento de água. Tal escassez de água presume-se que exista pelo fato de que a localização em que esta residência se encontra esteja na parte alta da cidade, motivo que será posto em discussão posteriormente.

Um fato no mínimo interessante de ser mencionado, é que foram notadas muitas reclamações de falta de água no povoado Salgado, onde nenhuma das pessoas questionadas disseram que recebiam água diariamente, tendo em vista que o povoado, como já mencionado anteriormente, é onde se encontra a captação, o início de todo o sistema.

Estes números são consideráveis, e mostram que, apesar de 95% das respostas indicarem que os moradores possuem água encanada em suas casas, não quer dizer o mesmo de que estão recebendo água constantemente, despontando que o SAA de Delmiro Gouveia é falho.

Figura 36 - Armazenamento da água



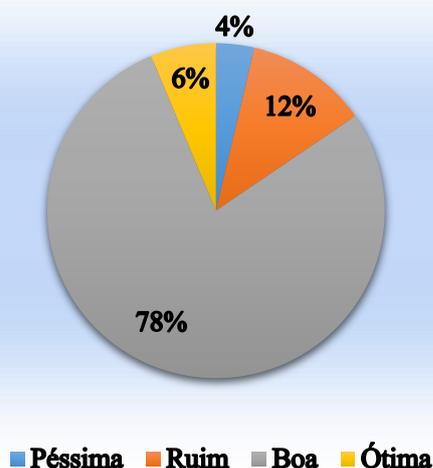
Resposta	Quantidade
Caixa d'água	296
Cisterna	13
Tambor	37
Outro	42

Fonte: Autoria própria (2015)

Como verificado, o SAA de Delmiro Gouveia não é tão eficiente. Fato este claramente percebido pela população, logo, a pesquisa mostra que 76% armazena água em caixas d'água, 3% em cisternas, 10% em tambores, e 11% em "outros". As respostas encontradas em "outros" em sua maioria foram: garrafas pete e galões de água. Tal ação, mostra que a população de Delmiro Gouveia não confia no sistema de abastecimento de água do município, tendo que

armazena-la para suprir as necessidades em casos de falta d'água, que verifica-se que são constantes.

Figura 37 - Qualidade da água



Resposta	Quantidade
Péssima	14
Ruim	45
Boa	299
Ótima	24

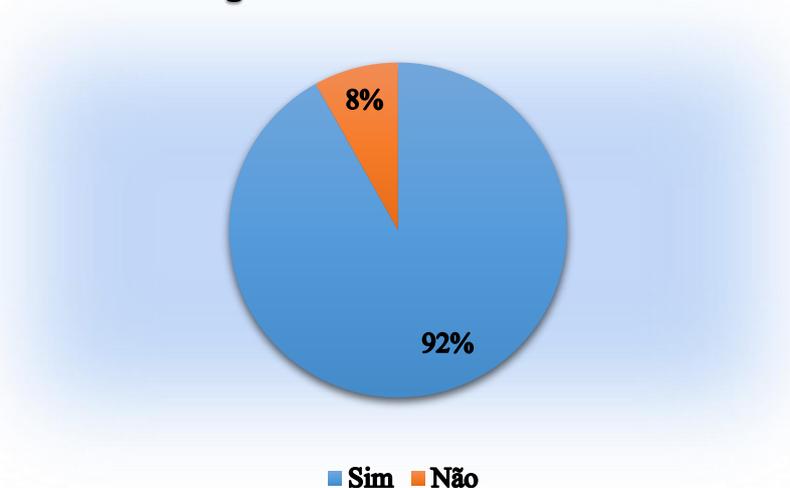
Fonte: Autoria própria (2015)

A qualidade da água é um fator que afeta o consumo da mesma, como pode ser visto no gráfico da figura 37, onde 4% consideram a qualidade da água Péssima, 12% consideram uma água Ruim, 78% da população considera a qualidade da água Boa, e 6% consideram a qualidade da água Ótima. Tal parâmetro foi considerado positivo, e isto advêm até mesmo da própria qualidade da água bruta. Como já mencionado, a água que é captada do rio São Francisco possui uma qualidade que já é considerada boa sem nenhum tratamento, e após o tratamento (adequado) está qualidade só tende a melhorar.

Enquanto à aplicação dos questionários, vários relatos foram percebidos onde, a água só não foi considerada ótima pelo fato de que, uma vez que haja a falta de água nas residências e os reservatórios secam, no momento em que a água retorna, ela vem com coloração esbranquiçada e cheiro não agradável. Tal acontecimento pode ser explicado pelo fato de que,

quando retorna a pressão das bombas na água, tal pressão faz com que dissolva as moléculas de oxigênio presentes na água, liberando uma espécie de “fumaça” branca que são as bolhas de ar sendo liberadas. Este acontecimento também é associado a concentração de cloro que aumenta com a menor quantidade de água, porém isto não procede, pois o cloro não modifica a coloração da água. Outro fato que pode ocorrer ao mesmo tempo é quando a água fica mais próxima do nível do reservatório em que estão as partículas sólidas que sedimentaram, provocando o mau cheiro (VVALE, 2015).

Figura 38 - Hidrômetros



Resposta	Quantidade
Sim	351
Não	31

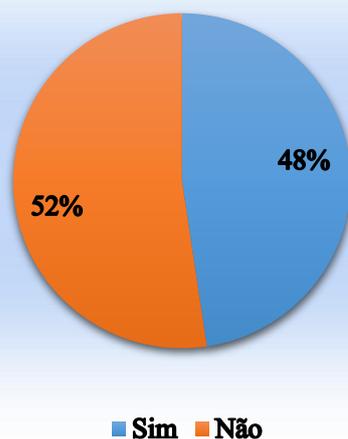
Fonte: Autoria própria (2015)

De acordo com Tsutiya (2006, p. 51), a presença de medidores de água (hidrômetros) nas casas, mais conhecidos como contadores de água, é fundamental para a diminuição do seu consumo. Para Alberta Environmental Protection (1996) apud (Tsutiya, 2006), “no Canadá, a falta de medição aumenta o consumo de água em 25%”, aumentando assim o consumo per capto da população.

Tendo uma visão lógica sobre o tema, a presença do hidrômetro faz com que toda a água que seja consumida, seja medida, e quanto maior o valor medido, maior o valor a pagar equivalente a água que consumiu. Tal medida faz com que as pessoas pensem duas vezes e não desperdicem, diminuindo assim o consumo. Logo, de acordo com a figura 38, apenas 8% da

população não possui hidrômetro, os outros 92% possuem. Vale ressaltar que tais instrumentos de medição, devem estar em bom funcionamento, para evitar reclamações de valores medidos não consumidos.

Figura 39 - Satisfação com o serviço

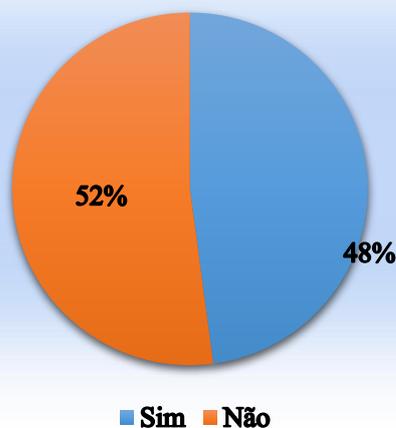


Resposta	Quantidade
Sim	182
Não	200

Fonte: Autoria própria (2015)

A seguir pelas questões anteriores, presumia-se que as respostas para a pergunta da figura 39 acima seriam negativas, tendo em vista que foi constatado que o sistema falha muito e deixa as pessoas corriqueiramente sem água. Confirmando o pressuposto, porém nem tanto assim, apenas 200 pessoas, que equivale a 52% dos pesquisados, afirmam estarem insatisfeitos com os serviços da CASAL, os outros 48% disseram que não tem o que reclamar. Deste modo, podemos considerar que as respostas foram equilibradas.

Figura 40 - Satisfação com os valores cobrados



Resposta	Quantidade
Sim	183
Não	199

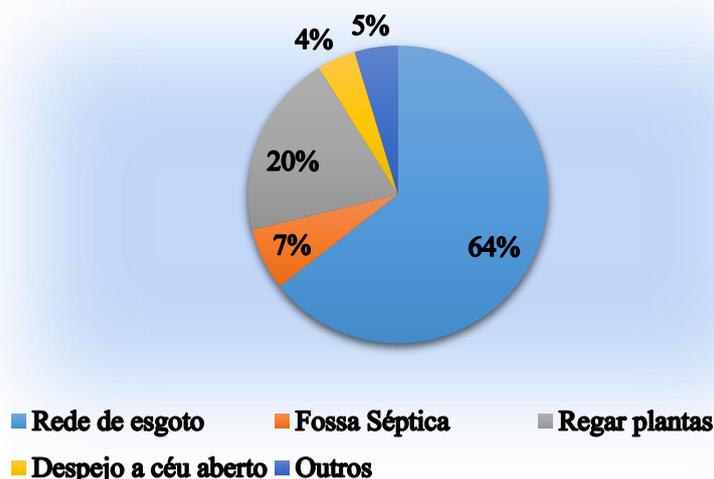
Fonte: Autoria própria (2015)

Para Tsutiya (2006, p. 51) o preço também é um fator que influi no consumo e vários estudos indicam o mesmo, fazendo com que o desafio seja achar a relação equilibrada entre a demanda doméstica e o preço da água. Pois elevações no preço acarretam diminuição do consumo, até um limite correspondente ao essencial, já a redução no preço causa o aumento do consumo (TSUTIYA, 2006, p. 36). Ainda segundo o mesmo autor, o preço é uma variável considerada das mais importantes do consumo, pois é uma das poucas sob total controle dos responsáveis pelo SAA.

Assim sendo, conforme os elementos da figura 40, 48% estão satisfeitos quanto ao preço cobrado pela CASAL, e 52% não estão satisfeitos. Algumas respostas percebidas com maior frequência sobre a insatisfação, dizia respeito de que, havia muita falta d'água e eles pagavam valores altíssimos, outros passavam dias e até mesmo o mês inteiro fora de casa e acabavam pagando o valor da taxa. Sendo que estes últimos, como o consumo era próximo de zero, prefeririam que o valor cobrado fosse totalmente equivalente ao valor consumido, sem que existisse a taxa a pagar.

Vale lembrar que, segundo o IBGE (2010), 40,08% da população de Delmiro Gouveia é classificada como Sem rendimento, e nesse caso, segundo Morais (2011, p. 55), “qualquer cobrança já é bastante onerosa em orçamentos tão limitados”.

Figura 41 - Destinação dos efluentes



Resposta	Quantidade
Rede de esgoto	248
Fossa Séptica	26
Regar plantas	77
Despejo a céu aberto	16
Outros	18

Fonte: Autoria própria (2015)

Tsutiya (2006, p. 51) em sua obra, afirma que a existência ou não de redes de esgoto influenciam significativamente no consumo de água, a explicação se deve pelo fato de que, à despreocupação com a capacidade do seu sistema de disposição de esgoto, tais como fossa séptica, aumentam bastante o consumo. Um fato interessante, é que dos recorridos, apenas 4% despeja a água a céu aberto, propiciando a proliferações de insetos e ou até mesmo de doenças advindas destes insetos. 25% procuram a reutilização da água, correspondente a 20% que regam plantas e 5% que responderam “outros”, onde se foi mais verificado, o reaproveitamento da água para lavar calçadas e quintais, verificados na figura 41 acima. Apenas 7% possui fossa séptica e o restante (64%) despeja toda a água na rede de esgoto, onde estes dois últimos, segundo pesquisas, aumentam o consumo.

5 DISCUSSÕES SOBRE O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DELMIRO GOUVEIA

5.1 Manancial

O manancial escolhido para a cidade de Delmiro Gouveia foi o do rio São Francisco, tal escolha levou em consideração os aspectos técnicos, sanitários, econômicos e ambientais do mesmo. Pois, mesmo com a escassez de mananciais em toda a região, este manancial propicia uma vazão desejável para o SAA não só do município mas de todo o sistema coletivo do sertão, mesmo em épocas de baixo nível e sua qualidade é considerada ótima, diminuindo os custos com processos de tratamento de água mais complexos.

5.2 Captação

A captação de água para o SAA de Delmiro Gouveia pode ser encontrada no povoado Salgado, onde além de captação encontra-se também a estação elevatória de água bruta, que abastecem a zona urbana e a zona rural. Porém, vale aludir que, não existe apenas esta captação para o sistema coletivo, segundo números da CASAL, para todo o sistema do sertão encontram-se no momento 7 captações.

A que se localiza no Salgado foi singularmente mencionada pelo fato de ser a única captação que abastece o SAA na zona urbana de Delmiro Gouveia e a maioria dos seus povoados, seguindo a análise do trabalho somente para a presente cidade.

Esta captação encontra-se dimensionada para atender a demanda da cidade, porém, fica um alerta em relação a forma com que a EEAB está trabalhando. Pois, a operação dos conjuntos motobombas em seu limite sem a quantidade de conjuntos e bombas reservas adequados é um dos fatores que causam mais problemas para a falta de água para a população. É simples, quando um conjunto vem a quebrar, até que seja concertado, todo o restante do sistema vem a falhar, pois a EEAB encontra-se na etapa inicial do mesmo.

Seguindo este pensamento, encontra-se também em construção uma nova adutora do agreste e a nova adutora do sertão, onde a primeira encontra-se com 90% das obras já concluídas (Infraestrutura, 2014) e a segunda com 32%. Tais obras contemplam obras de captação do

Canal do Sertão potencializando os sistemas já existentes, casos estes últimos um dia não venham a suprir a demanda das cidades destas regiões de alagoas.

5.3 Tratamento

Devido a qualidade da água, o processo de tratamento utilizado é o da filtração em linha, ou seja, um tratamento simples que contempla apenas a coagulação, filtração e desinfecção, não sendo necessário a floculação e a decantação.

Mesmo que estudos sobre a qualidade física, química e biológica da água tenham sido realizados para utilizar tal tratamento simplificado, a seguinte indagação foi levantada: Será que a população aprova a qualidade da água que chega em suas casas?

Segundo a pesquisa de campo, a população de Delmiro Gouveia está satisfeita em relação a qualidade da água, aprovando o processo de tratamento utilizado. As reclamações ocorrem apenas durante algumas horas após o momento em que a água chega posteriormente a uma falta d'água que tenha surgido. Devido aos já mencionados, mau cheiro e coloração branca.

5.4 Adução de água tratada

A adutora de água tratada da cidade leva água para os reservatórios existentes de boa parte do território municipal e para as cidades que compreendem o sistema coletivo do sertão, onde ela é considerada uma das principais adutoras do estado. A forma com que ela transporta água é feita através de conduto forçado por gravidade e por recalque através de bombas.

A adutora por gravidade leva a água apenas para a parte central da cidade, já as adutoras por recalque levam a água para a parte alta do município, para os povoados e para as outras cidades do sertão, através de bombas da EEAT que trabalham da mesma forma que as bombas da EEAB, ou seja, no seu máximo, sem quantidade suficiente de bombas reservas.

Este modo de operação das bombas deve-se pelo aumento da demanda da população, segundo informações dos funcionários da CASAL (2015), para se ter noção do que acontece hoje, a adutora que deveria levar água para a cidade de Olho D'Água do Casado não mais

consegue abastecer esta cidade, pois antes que a água chegue nela, a população dos bairros de Delmiro Gouveia que se encontram no caminho já tem consumido toda esta água. E isto pode ser que venha a acontecer com a adutora que se encontra em outro sentido, a adutora que leva água para Água Branca e região, pois os bairros de Delmiro Gouveia que encontram-se nesse outro sentido também já começam a consumir água desta adutora.

Porém, como já mencionado, um novo sistema de adutoras está em fase de execução, e levará água para estes municípios, pressupondo assim que quando entrar em operação, tais problemas venham a sanar.

5.5 Reservação

Como visto, os reservatórios da cidade de Delmiro Gouveia encontram-se com capacidade de 5050 m³ de água, no Anexo B encontrado no final deste trabalho, pode ser encontrado, segundo dados da CASAL (2015), os locais em que estão distribuídos os reservatórios da cidade, a quantidade e a capacidade de cada um e o seu tipo: elevados ou apoiados.

Dando continuidade, foi verificado que até o ano de 2035, se levarmos em consideração as instalações e o consumo que se encontram hoje, estimasse que a população do município estará abastecida em quantidade de água satisfatória e que suprirá a demanda da população com um superávit arredondado de 1450 m³ de água.

A título de curiosidade, foi verificado até quando este sistema continuará suprimindo as necessidades da população se este se mantiver da mesma forma que se encontra hoje. A tabela 9, mostra-nos esta progressão:

Tabela 9: Estimativa de déficit de distribuição

Ano	População (hab)		Per Capita (l/hab.dia)	Vazões (l/s)			Reservação (m ³)		
	Total	Atendida		Média	Máx. diária	Máx. hor.	Necessária	Existente	Déficit / Superávit
2067	94509	94509	133,17	145,669	174,803	262,2	5034,33	5050	16
2068	95497	95497	133,17	147,192	176,63	264,95	5086,95	5050	-37
2069	96495	96495	133,17	148,73	178,476	267,71	5140,1	5050	-90

Fonte: Autoria própria (2015)

Verifica-se que se a oferta for constante, a população mantiver este nível de consumo e o SAA da cidade não mudar, no ano de 2068 haverá um déficit arredondado de -37 m³ de água e este déficit continuará crescendo.

Porém, verifica-se que estes números podem não concretizar, a partir das análises de duas informações mencionadas anteriormente. A primeira é a de que, em 2010 a UFAL – Campus do Sertão se instalou na cidade e isto acarretará num aumento significativo da população devido ao fato dela no momento possuir 6 cursos que por ano se matriculam 80 estudantes por curso, totalizando 480 alunos por ano, porém não podemos afirmar este aumento por que muitos já são moradores da cidade, além dos docentes, técnicos e até mesmo familiares dos estudantes de fora da cidade que venham à morar com eles, o aumento também da população flutuante e até mesmo novos cursos que venham a surgir que trarão mais estudantes por ano. Ou seja, todas as oportunidades que uma universidade pode trazer para um município e região acarretam num aumento significativo do consumo de água.

A segunda informação, é o fato de que, se por um lado a instalação da UFAL aumentará o consumo de água do município, por outro, está sendo construído um novo SAA para a cidade, a integração do canal adutor do sertão alagoano com o sistema coletivo de abastecimento de água do alto sertão. E este novo sistema poderá suprir a nova demanda da cidade. Resta saber se em seu estudo e dimensionamento, levaram em consideração as mudanças que ocorrerão.

5.6 Rede de distribuição

A rede de distribuição compreende as tubulações que abastecem os estabelecimentos do município, sejam eles residenciais, comerciais ou industriais. Porém, através de informações advindas dos funcionários da CASAL, a indústria de maior porte encontrada na cidade (Indústria têxtil), tem seu próprio sistema de distribuição de água. Assim, a rede de distribuição da cidade abastece, praticamente, apenas os estabelecimentos residenciais e comerciais.

Através dos dados encontrados nos gráficos da pesquisa de campo, podemos observar que 52% da população não estão satisfeitos quanto aos serviços prestados pela CASAL, devido à falta de água existente, os outros 48% estão satisfeitos. Tais números nos levam a considerar que a opinião pública está em equilíbrio quanto ao SAA da cidade.

Presume-se que, este fato ocorre devido as condições em que as bombas de recalque da água estão trabalhando, pois a maioria das reclamações advém dos moradores da parte alta da cidade e dos povoados, principalmente nos bairros Eldorado, Campo Grande, parte do bairro Novo e povoados Salgado e Caraíberas.

As respostas que dão peso para o equilíbrio da balança, referem-se aos moradores da região central, onde pouquíssimos casos foram respostas negativas quanto ao sistema. Pois sua rede de distribuição não necessita de bombas para recalcar a água, apenas conta com a força da gravidade que é constante e vale salientar, atinge pressões satisfatórias. Segundo os funcionários da CASAL (2015), os poucos momentos em que a água desta região chega a cessar, são na maioria das vezes na madrugada, propositalmente, pois é o horário em que boa parte da população está dormindo e tal ato de fechamento das válvulas faz-se necessário para que os reservatórios encham e a água atinja o nível desejado, assim aliviando também a pressão na rede.

5.7 Ligações domiciliares

Através das respostas obtidas com a pesquisa de campo, 95% da população tem água corrente em suas casas, porém, apenas 92% possuem hidrômetro. Se levarmos em consideração que cada casa que possui hidrômetro encontra-se devidamente cadastrada e refere-se a ligações ativas domiciliares, esta diferença de percentual de 3% mostra que alguns moradores estão irregulares.

Este fato, hidrômetros com vida útil comprometida (MORAIS, 2011) e a sabotagem dos hidrômetros, popularmente conhecidos como “gatos”, afetam na maneira de controlar e cobrar adequadamente pelo consumo real de água das residências (MORAIS, 2011), o que pode gerar uma perda de arrecadação da CASAL.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi notado que o SAA de Delmiro Gouveia é de fundamental importância para os habitantes não só da cidade mas também para a região. Um sistema coletivo que abastece 8 cidades do sertão, porém, devido a este e outros fatores, como a própria localização, a cidade de Delmiro Gouveia encontra-se numa posição de destaque centralizada, proporcionando um maior desenvolvimento socioeconômico para ela.

Na teoria, através dos cálculos, o sistema hoje tem condições de atender a demanda da população atual e do ano de 2035. Encontra-se também numa situação de ampliação, porém, até que isto seja consolidado, foi verificado que, através da pesquisa de campo, os resultados não são tão satisfatórios assim, pois metade da população não está satisfeita com a situação em que o sistema se encontra, e o mesmo número mostra que pela falta d'água estar cada vez mais constante, os preços cobrados estão desproporcionais ao consumo, principalmente nas regiões em que a água flui por conduto forçado, através de bombas.

Assim, pode-se considerar através das informações e acerca do que foi visto, que a cidade de Delmiro Gouveia mesmo com baixos índices de renda familiar, num geral, passa por um processo de desenvolvimento, mesmo que lento, com um índice de IDHM crescente. Logo, presume-se que o sistema não está conseguindo acompanhar tal crescimento, fato verificado pelo modo de operação das bombas no seu máximo potencial e a necessidade da construção de um sistema novo.

Foi verificado também que dois grandes fatores contribuirão expressivamente para alterações no cenário da cidade. O primeiro é a instalação da UFAL, que aumentará em grandes níveis o número da demanda de água do município. O segundo é a instalação do novo sistema adutor do sertão, que virá para aumentar a capacidade do sistema atual e não substituí-lo, logo, o sistema atual também pode passar por modificações futuras, aumentando assim a oferta de água do município.

Assim, o presente trabalho se baseou no estudo do SAA de Delmiro Gouveia atual, que permanecerá por um tempo indeterminado e provavelmente curto, porém foi válido e gratificante de ser estudado, que visa ter passado a importância de um sistema bem planejado para uma cidade, potencializando, garantindo e preservando este recurso natural de grande valia para todos os seres vivos.

7 SUGESTÕES DE PESQUISA

Devido a algumas limitações que surgiram na execução deste estudo, como por exemplo a falta de informações advindas da CASAL, o presente trabalho deixa aqui as seguintes sugestões de pesquisa:

- Por qual motivo a população residente de alguns povoados do município de Delmiro Gouveia recebem água que passa apenas pelo processo de desinfecção enquanto outras recebem água que passa por um processo de tratamento melhor? Qual o principal motivo desta diferenciação?
- O processo de tratamento existente hoje no sistema de abastecimento de água do município de Delmiro Gouveia é o de filtração em linha. Enquanto que o novo sistema a ser implantado passará por um processo convencional, sendo que os dois captarão água do mesmo manancial, o rio São Francisco.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas (Brasil). **Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: resultados por estado**. Engecorps/Cobrape. Brasília. 2010.

Alexandre Yuri. Delmiro Gouveia fecha lixão da zonal urbana. **Selo UNICEF**. Disponível em: <http://www.selounicef.org.br/_selounicef.php?op=300&id_srv=2&id_tpc=29&nid_tpc=&id_grp=3&add=&lk=1&nti=9907&l_nti=S&itg=S&st=&dst=3>. Acesso em: 19 fev. 2015

ANDRADE, João Bosco de. **Notas de aula – Saneamento Básico, Sistema de abastecimento de água**. 2010. Disponível em:<<http://professor.ucg.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/13484/material/APOSTILA%20AGUA.pdf>>. Acesso em: 04 out. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 12212: **Projeto de poço para captação de água**. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 12213: **Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público**. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 12214: **Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público**. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 12216: **Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público**. Rio de Janeiro, 1992.

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

Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013. **Perfil do Município de Delmiro Gouveia, AL**. 2013.

BARROS, Raphael T. de V. et al. **Saneamento**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios.

BARROS, Raphael T. de V. et al. **Saneamento**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios.

BRASIL, Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm>. Acesso em: 08 fev. 2015.

Bruna Kobus, Água branca não é prejudicial. **Vvale**. 28 jan. 2015. Disponível em: <<http://www.vvale.com.br/geral/agua-branca-nao-e-prejudicial/>>. Acesso em: 10 fev. 2015.

COLLISCHONN, W.; TASSI, R. **Introduzindo Hidrologia**. Apostila. Instituto de Pesquisas Hidráulicas – UFRGS.

Companhia de Saneamento de Alagoas – CASAL. **Sistemas coletivos**. Disponível em: <<http://casal.al.gov.br/sistema-coletivo/>>. Acesso em: 04 fev. 2015.

DANILI, Brenda; SANTOS, Ítalo Kevin Moraes dos; et al. **Fotogeologia e sensoriamento remoto**. Universidade Federal do Pará – Campus do sul e sudeste do Pará, faculdade de geologia. 2013.

Estado de Alagoas, Agreste Alagoano é beneficiado com estação de captação de água. **Infraestrutura**. 10 out. 2014. Disponível em: <<http://www.infraestrutura.al.gov.br/sala-de-imprensa/noticias/2014/05-mai/agreste-alagoano-e-beneficiado-com-estacao-de-captacao-de-agua>>. Acesso em: 15 fev. 2015.

Fundação Nacional de Saúde – FUNASA. **Sistema de Abastecimento de Água**. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/site/engenharia-de-saude-publica-2/sistema-de-abastecimento-de-agua/>>. Acesso em: 04 out. 2014.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, Héber Pimental. **Sistemas de abastecimento de água: dimensionamento econômico**: João Pessoa: EDUEPB, 2002.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Censos demográficos e contagens populacionais**. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 04 fev. 2015.

LIMA, Epaminondas Pio Correia, **Mecânica das Bombas**, 2ª edição, Rio de Janeiro: Interciência, 2003.

MENESES, Ronaldo Amâncio. **Diagnóstico operacional de sistemas de abastecimento de água: o caso de Campina Grande**. 2011. 161 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Departamento de Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2011.

MIERZWA, José Carlos. **Aula 04 – Sedimentação: Conceitos e Dimensionamento**.

Disponível em: <

http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0CC0QFjAC&url=http%3A%2F%2F200.144.189.97%2Fphd%2FLeArq.aspx%3Fid_arq%3D2788&ei=TbSMVMiBFYqvyASdwoKoDA&usg=AFQjCNFaby1qRxlzrnECA8QJ-_vOv6H--w&bvm=bv.81828268,d.aWw>. Acesso em: 13 dez. 2014.

MORAIS, Amsterdam Alan Bertoldo de. **Análise da relação oferta/demanda de água potável na cidade de Angicos**. Angicos, RN: UFERSA, 2011.

MOREIRA, Luciana de Almeida; FALEIROS, Wanda. Água, matemática e a tecnologia na vida do homem: Caminhar histórico. **Web-Revista SOCIODIALETO**. Campo Grande, v.4, nº 11, nov. 2013. Disponível em:

<<http://sociodialeto.com.br/edicoes/16/10012014012242.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2014.

MOTTA, Renato Gonçalves da. **Importância da setorização adequada para combate às perdas reais de água de abastecimento público**. Dissertação de Mestrado - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. São Paulo. 2010. p. 31-33.

NETTO, Antônio Pedro Oliveira. Notas de aula. **Controle Ambiental**. Universidade Federal de Alagoas – Curso de Engenharia Civil. 2014.

OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza. **Mínimos Quadrados**. 2013. Disponível em: < <http://astro.if.ufrgs.br/minq/> >. Acesso em: 07 fev. 2015.

ORSINI, E. Q. **Sistemas de abastecimento de água**. Apostila do Curso de PHD 412 – Saneamento II. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1996.

Sala de Imprensa. Canal Adutor do Sertão Alagoano leva água a municípios e povoados do estado. **Ministério da Integração Nacional**. Esplanada dos Ministérios – Bloco E – Brasília – DF, 04 nov. 2013. Disponível em: < http://www.integracao.gov.br/web/guest/noticias/-/asset_publisher/xW1t/content/canal-adutor-do-sertao-alagoano-leva-agua-a-municipios-e-povoados-do-estado?redirect=http%3A%2F%2Fwww.integracao.gov.br%2Fweb%2Fguest%2Fnoticias%3Fp_id%3D101_INSTANCE_xW1t%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-3%26p_p_col_pos%3D3%26p_p_col_count%3D4 >. Acesso em: 09 fev. 2015.

Sarah Mendes, Adutora do Alto Sertão avança com 32% de obras já concluídas. **Agência Alagoas**. 18 out. 2014. Disponível em: < <http://agenciaalagoas.al.gov.br/noticias/2014/10/adutora-do-alto-sertao-avanca-com-32-de-obras-concluidas> >. Acesso em: 09 fev. 2015.

Serviço Geológico do Brasil – CPRM. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**: Diagnóstico do município de Delmiro Gouveia, estado de Alagoas. 2005.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 1996. Curitiba. Editora da UFMG.

TRIOLA, Mario F. **Introdução à estatística**. Tradução de: Elementary statistics, 10 th. 10^a ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Abastecimento de água**. 3^a edição. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. 643 p.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE COLETA DE DADOS



Universidade Federal de Alagoas
Campus do Sertão
Eixo das tecnologias
Engenharia Civil

Questionário

O presente documento entende-se por um questionário de perguntas objetivas com o intuito de obtenção de dados para a monografia do aluno TIAGO ALVES DA SILVA, intitulada por **DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE DE DELMIRO GOUVEIA – AL.** Orientado pelo professor Dr. Antônio Pedro de Oliveira Netto. Logo, as perguntas que se seguem não serão utilizadas para outra finalidade a não ser a já citada:

1 – Qual a sua idade? _____ anos.

2 - Incluindo você, quantas pessoas moram em sua residência?

Uma [] Duas [] Três [] Quatro []
Cinco [] Seis [] Mais de seis []

3 - Qual a soma da renda, em reais (R\$), de todos os integrantes da casa?

[] De 0 a 536,00
[] De 536,00 a 802,00
[] De 802,00 a 1.731,00
[] De 1.731,00 a 4.963,00
[] De 4.963,00 a 14.521,00
[] Mais de 14.521,00

4 - Qual o maior grau de escolaridade dentre os moradores da casa?

Infantil [] Fundamental [] Médio []
Superior [] Pós-graduação []

5 - Possui água corrente nas torneiras?

Sim [] Não []

6 - Qual o ciclo de recebimento de água?

Diário [] Semanal [] Quinzenal []
Outro []:

7 - Qual o modo de armazenamento da água?

Caixa d'água [] Cisterna [] Tambor []
Outro []:

8 - Quanto a qualidade da água?

Péssima [] Ruim [] Boa [] Ótima []

9 - Possui hidrômetro (contador de água)?

Sim [] Não []

10 - Satisfeito (a) quanto aos serviços

prestados pela fornecedora de água CASAL?

Sim [] Não []

11 - Satisfeito (a) quanto aos valores cobrados pela fornecedora de água CASAL?

Sim [] Não []

12 - Quanto a água utilizada em lavagem de louça e roupa, qual sua destinação final?

[] Rede de esgoto

[] Fossa Séptica

[] Regar plantas

[] Despejo a céu aberto

[] Outros:

Bairro: _____

Delmiro Gouveia, _____ de _____ de 2015.

APÊNDICE B – RESPOSTAS OBTIDAS DOS QUESTIONÁRIOS

Respostas dos questionários aplicados na cidade de Delmiro Gouveia													
Zona urbana													
Nº	Local	Questões											
		1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	9ª	10ª	11ª	12ª
1	Bom Sossego	34	3	536 a 802	Médio	Sim	Outro	Outro	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
2	Bom Sossego	24	3	536 a 802	Médio	Sim	Outro	Tambor	Ruim	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
3	Bom Sossego	67	3	536 a 802	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Regar Plantas
4	Bom Sossego	24	2	536 a 802	Fundamental	Sim	Semanal	Tambor	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
5	Bom Sossego	62	3	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Diário	Outro	Ruim	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
6	Bom Sossego	54	3	802 a 1.731	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Ruim	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
7	Bom Sossego	63	2	802 a 1.731	Infantil	Sim	Diário	Tambor	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
8	Bom Sossego	46	5	802 a 1.731	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
9	Bom Sossego	50	6	802 a 1.731	Médio	Sim	Diário	Outro	Boa	Não	Sim	Sim	Rede de esgoto
10	Bom Sossego	75	4	1.731 a 4.936	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
11	Bom Sossego	71	3	x	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
12	Bom Sossego	45	3	0 a 536	Fundamental	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
13	Bom Sossego	61	3	536 a 802	Fundamental	Sim	Diário	Outro	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
14	Bom Sossego	31	4	536 a 802	Médio	Sim	Diário	Outro	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
15	Bom Sossego	51	2	536 a 802	Médio	Sim	Diário	Outro	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
16	Campo Grande	64	3	1.731 a 4.936	Médio	Sim	Outro	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Regar Plantas
17	Campo Grande	27	2	536 a 802	Médio	Sim	Outro	Caixa d'água	Ótima	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
18	Campo Grande	40	+6	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Outros
19	Campo Grande	48	6	802 a 1.731	Médio	Sim	Diário	Outro	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
20	Campo Grande	25	3	802 a 1.731	Médio	Não	Semanal	Tambor	Boa	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
21	Campo Grande	54	2	802 a 1.731	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Regar Plantas
22	Campo Grande	64	2	802 a 1.731	Infantil	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
23	Campo Grande	68	1	536 a 802	Fundamental	Sim	Quinzenal	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Regar Plantas
24	Campo Grande	34	5	802 a 1.731	Médio	Sim	Quinzenal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
25	Campo Grande	52	+6	802 a 1.731	Médio	Sim	Diário	Outro	Boa	Sim	Sim	Sim	Regar Plantas
26	Campo Grande	34	4	536 a 802	Fundamental	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Regar Plantas
27	Campo Grande	37	5	802 a 1.731	Médio	Sim	Quinzenal	Tambor	Boa	Sim	Não	Sim	Outros
28	Campo Grande	51	5	536 a 802	Superior	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
29	Campo Grande	72	1	536 a 802	Fundamental	Sim	Quinzenal	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
30	Campo Grande	84	2	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Quinzenal	Caixa d'água	Ruim	Sim	Não	Não	Regar Plantas
31	Centro	54	3	802 a 1.731	Superior	Sim	Outro	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
32	Centro	36	3	1.731 a 4.936	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Fossa Séptica
33	Centro	58	5	536 a 802	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Fossa Séptica
34	Centro	47	2	536 a 802	Fundamental	Sim	Diário	Cisterna	Ruim	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
35	Centro	36	3	802 a 1.731	Superior	Sim	Semanal	Caixa d'água	Ótima	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
36	Centro	43	4	1.731 a 4.936	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
37	Centro	46	4	1.731 a 4.936	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Ruim	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
38	Centro	35	3	1.731 a 4.936	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Regar Plantas
39	Centro	24	3	802 a 1.731	Superior	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
40	Centro	48	3	1.731 a 4.936	Superior	Sim	Semanal	Cisterna	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
41	Centro	52	2	1.731 a 4.936	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
42	Centro	79	1	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Diário	Caixa d'água	Ótima	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
43	Centro	38	6	802 a 1.731	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
44	Centro	68	2	802 a 1.731	Infantil	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
45	Centro	62	2	536 a 802	Infantil	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
46	Centro	50	2	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Semanal	Caixa d'água	Péssima	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
47	Centro	67	5	1.731 a 4.936	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Ruim	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
48	Centro	66	2	802 a 1.731	Infantil	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
49	Centro	68	5	1.731 a 4.936	Superior	Sim	Semanal	Caixa d'água	Ótima	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
50	Centro	65	1	536 a 802	Infantil	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
51	Centro	59	6	802 a 1.731	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
52	Centro	66	5	802 a 1.731	Infantil	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
53	Centro	60	3	536 a 802	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Ótima	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
54	Centro	80	4	536 a 802	Fundamental	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
55	Centro	82	1	536 a 802	Fundamental	Sim	Diário	Caixa d'água	Ótima	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
56	Centro	64	2	802 a 1.731	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
57	Centro	66	2	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
58	Centro	83	3	1.731 a 4.936	Superior	Sim	Diário	Cisterna	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
59	Centro	51	5	1.731 a 4.936	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
60	Centro	58	2	x	Fundamental	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
61	Centro	38	2	802 a 1.731	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Ótima	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
62	Centro	53	2	536 a 802	Fundamental	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
63	Centro	43	3	802 a 1.731	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
64	Centro	50	3	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto

65	Centro	71	2	x	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Regar Plantas
66	Centro	22	4	802 a 1.731	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
67	Centro	36	4	802 a 1.731	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
68	Centro	40	3	0 a 536	Infantil	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
69	Centro	40	5	802 a 1.731	Pós-graduação	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
70	Centro	28	2	536 a 802	Infantil	Sim	Diário	Caixa d'água	Ótima	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
71	Centro	60	4	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
72	Centro	62	1	536 a 802	Infantil	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Outros
73	Centro	60	4	1.731 a 4.936	Fundamental	Sim	Diário	Outro	Ótima	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
74	Centro	66	3	802 a 1.731	Infantil	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Regar Plantas
75	Centro	36	1	802 a 1.731	Superior	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
76	Centro	42	3	802 a 1.731	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
77	Centro	27	+6	1.731 a 4.936	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Ruim	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
78	Centro	59	1	802 a 1.731	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
79	Centro	92	3	802 a 1.731	Infantil	Sim	Diário	Tambor	Boa	Não	Sim	Sim	Rede de esgoto
80	Centro	32	4	536 a 802	Médio	Não	Semanal	Tambor	Boa	Sim	Não	Não	Fossa Séptica
81	Centro	32	4	802 a 1.731	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Fossa Séptica
82	Centro	24	5	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Semanal	Outro	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
83	Centro	44	1	536 a 802	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Ruim	Sim	Não	Não	Fossa Séptica
84	Centro	51	+6	802 a 1.731	Médio	Sim	Outro	Outro	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
85	Centro	24	4	1.731 a 4.936	Superior	Sim	Diário	Tambor	Ruim	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
86	Centro	51	2	802 a 1.731	Médio	Sim	Diário	Outro	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
87	Centro	24	4	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Diário	Outro	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
88	Centro	23	2	1.731 a 4.936	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
89	Centro	49	5	802 a 1.731	Pós-graduação	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
90	Centro	51	3	802 a 1.731	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
91	Chácara São Vicente	51	6	4.963 a 14.521	Pós-graduação	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Regar Plantas
92	Chácara São Vicente	34	4	0 a 536	Fundamental	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Regar Plantas
93	Chácara São Vicente	51	2	802 a 1.731	Médio	Sim	Diário	Cisterna	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
94	Chácara São Vicente	34	+6	4.963 a 14.521	Fundamental	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
95	Chácara São Vicente	50	6	802 a 1.731	Superior	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
96	Chácara São Vicente	78	1	536 a 802	Infantil	Sim	Semanal	Tambor	Boa	Sim	Sim	Sim	Fossa Séptica
97	Chácara São Vicente	42	3	0 a 536	Fundamental	Não	Semanal	Caixa d'água	Ruim	Sim	Não	Não	Fossa Séptica
98	Chácara São Vicente	25	3	1.731 a 4.936	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Fossa Séptica
99	Chácara São Vicente	47	3	536 a 802	Fundamental	Sim	Semanal	Tambor	Boa	Não	Sim	Sim	Rede de esgoto
100	Chácara São Vicente	56	1	802 a 1.731	Médio	Não	Semanal	Tambor	Boa	Não	Sim	Sim	Rede de esgoto
101	COHAB Nova	34	4	536 a 802	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Péssima	Sim	Não	Sim	Regar Plantas
102	COHAB Nova	31	4	802 a 1.731	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Regar Plantas
103	COHAB Nova	36	2	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Não	Não	Não	Despejo a céu aberto
104	COHAB Nova	29	3	536 a 802	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Não	Não	Não	Rede de esgoto
105	COHAB Nova	29	5	0 a 536	Infantil	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Outros
106	COHAB Nova	45	3	802 a 1.731	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Péssima	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
107	COHAB Nova	43	5	1.731 a 4.936	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
108	COHAB Nova	45	2	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Outros
109	COHAB Nova	45	5	1.731 a 4.936	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
110	COHAB Nova	45	3	4.963 a 14.521	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
111	COHAB Nova	42	4	802 a 1.731	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Ótima	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
112	COHAB Nova	42	3	802 a 1.731	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Regar Plantas
113	COHAB Nova	45	1	802 a 1.731	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
114	COHAB Nova	46	+6	536 a 802	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
115	COHAB Nova	47	1	0 a 536	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Ótima	Sim	Sim	Não	Outros
116	COHAB Nova	57	4	536 a 802	Fundamental	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
117	COHAB Nova	60	4	536 a 802	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
118	COHAB Nova	62	2	802 a 1.731	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
119	COHAB Nova	49	5	1.731 a 4.936	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
120	COHAB Nova	49	4	4.963 a 14.521	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
121	COHAB Nova	50	3	536 a 802	Fundamental	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
122	COHAB Nova	54	2	536 a 802	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Outros
123	COHAB Nova	51	3	536 a 802	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
124	COHAB Nova	56	4	4.963 a 14.521	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
125	COHAB Nova	62	+6	802 a 1.731	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
126	COHAB Velha	66	4	536 a 802	Infantil	Sim	Diário	Caixa d'água	Ruim	Sim	Sim	Sim	Regar Plantas
127	COHAB Velha	60	+6	802 a 1.731	Infantil	Sim	Diário	Caixa d'água	Péssima	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
128	COHAB Velha	63	1	536 a 802	Infantil	Sim	Diário	Caixa d'água	Ruim	Sim	Sim	Sim	Regar Plantas
129	COHAB Velha	40	5	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Semanal	Tambor	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
130	COHAB Velha	38	2	536 a 802	Infantil	Sim	Diário	Outro	Boa	Não	Sim	Sim	Rede de esgoto
131	COHAB Velha	64	3	536 a 802	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Ruim	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
132	COHAB Velha	26	3	536 a 802	Médio	Sim	Diário	Outro	Ruim	Sim	Não	Sim	Regar Plantas
133	COHAB Velha	39	4	0 a 536	Infantil	Sim	Diário	Outro	Boa	Sim	Sim	Não	Outros
134	COHAB Velha	23	+6	802 a 1.731	Superior	Sim	Semanal	Caixa d'água	Ruim	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
135	COHAB Velha	40	4	0 a 536	Médio	Não	Quinzenal	Caixa d'água	Ruim	Sim	Não	Não	Rede de esgoto

136	COHAB Velha	83	2	536 a 802	Superior	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
137	COHAB Velha	19	3	536 a 802	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Péssima	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
138	COHAB Velha	56	2	0 a 536	Infantil	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Regar Plantas
139	COHAB Velha	27	2	802 a 1.731	Superior	Sim	Quinzenal	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Fossa Séptica
140	COHAB Velha	25	+6	802 a 1.731	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Fossa Séptica
141	COHAB Velha	24	4	536 a 802	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
142	COHAB Velha	24	1	1.731 a 4.936	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
143	COHAB Velha	22	4	802 a 1.731	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
144	COHAB Velha	28	2	1.731 a 4.936	Pós-graduação	Sim	Diário	Caixa d'água	Ótima	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
145	COHAB Velha	26	5	1.731 a 4.936	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Regar Plantas
146	COHAB Velha	41	5	536 a 802	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Ótima	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
147	COHAB Velha	37	3	1.731 a 4.936	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
148	COHAB Velha	41	5	802 a 1.731	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
149	COHAB Velha	29	3	0 a 536	Infantil	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
150	COHAB Velha	38	4	802 a 1.731	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
151	Desvio	32	3	0 a 536	Infantil	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
152	Desvio	53	4	536 a 802	Fundamental	Sim	Semanal	Outro	Boa	Não	Não	Não	Regar Plantas
153	Desvio	72	6	536 a 802	Fundamental	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
154	Desvio	63	+6	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Semanal	Tambor	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
155	Desvio	44	3	536 a 802	Fundamental	Sim	Diário	Tambor	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
156	Desvio	31	6	802 a 1.731	Médio	Sim	Semanal	Outro	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
157	Desvio	68	2	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
158	Desvio	68	2	536 a 802	Infantil	Sim	Semanal	Cisterna	Boa	Não	Não	Sim	Rede de esgoto
159	Desvio	72	1	802 a 1.731	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
160	Desvio	67	+6	536 a 802	Fundamental	Sim	Semanal	Cisterna	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
161	Desvio	33	4	1.731 a 4.936	Fundamental	Sim	Diário	Tambor	Boa	Sim	Sim	Sim	Outros
162	Desvio	33	5	0 a 536	Infantil	Sim	Diário	Outro	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
163	Desvio	73	2	536 a 802	Fundamental	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
164	Desvio	38	5	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Outro	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
165	Desvio	63	1	536 a 802	Infantil	Sim	Outro	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Despejo a céu aberto
166	Eldorado	48	2	1.731 a 4.936	Superior	Sim	Outro	Caixa d'água	Ótima	Sim	Não	Não	Despejo a céu aberto
167	Eldorado	50	3	536 a 802	Médio	Sim	Outro	Caixa d'água	Ótima	Sim	Não	Não	Outros
168	Eldorado	48	4	1.731 a 4.936	Superior	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
169	Eldorado	24	2	1.731 a 4.936	Pós-graduação	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
170	Eldorado	48	4	802 a 1.731	Médio	Não	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Fossa Séptica
171	Eldorado	25	3	802 a 1.731	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
172	Eldorado	39	3	x	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
173	Eldorado	72	5	802 a 1.731	Infantil	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Regar Plantas
174	Eldorado	75	3	536 a 802	Fundamental	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
175	Eldorado	80	2	536 a 802	Infantil	Sim	Diário	Cisterna	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
176	Eldorado	23	3	1.731 a 4.936	Médio	Não	Semanal	Caixa d'água	Boa	Não	Não	Não	Despejo a céu aberto
177	Eldorado	57	4	1.731 a 4.936	Superior	Sim	Semanal	Caixa d'água	Ótima	Sim	Não	Não	Despejo a céu aberto
178	Eldorado	61	2	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Semanal	Tambor	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
179	Eldorado	63	+6	802 a 1.731	Infantil	Sim	Diário	Caixa d'água	Ruim	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
180	Eldorado	64	5	536 a 802	Fundamental	Sim	Semanal	Outro	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
181	Eldorado	66	4	4.963 a 14.521	Superior	Sim	Semanal	Cisterna	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
182	Eldorado	67	5	536 a 802	Médio	Sim	Quinzenal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
183	Eldorado	67	5	536 a 802	Fundamental	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
184	Eldorado	75	2	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
185	Eldorado	81	2	536 a 802	Fundamental	Sim	Diário	Tambor	Ruim	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
186	Eldorado	55	4	1.731 a 4.936	Superior	Sim	Diário	Tambor	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
187	Eldorado	50	2	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
188	Eldorado	48	4	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Regar Plantas
189	Eldorado	46	+6	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Quinzenal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Regar Plantas
190	Eldorado	45	3	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Quinzenal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
191	Eldorado	45	4	x	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
192	Eldorado	43	3	4.963 a 14.521	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Ruim	Sim	Não	Não	Regar Plantas
193	Eldorado	41	3	x	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
194	Eldorado	37	3	1.731 a 4.936	Médio	Sim	Semanal	Tambor	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
195	Eldorado	31	4	802 a 1.731	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Ótima	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
196	Eldorado	30	+6	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
197	Eldorado	30	3	536 a 802	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Regar Plantas
198	Eldorado	29	4	0 a 536	Fundamental	Sim	Outro	Caixa d'água	Ruim	Sim	Não	Não	Outros
199	Eldorado	28	4	802 a 1.731	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
200	Eldorado	28	3	802 a 1.731	Superior	Sim	Quinzenal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Regar Plantas
201	Eldorado	27	4	1.731 a 4.936	Superior	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Fossa Séptica
202	Eldorado	26	3	1.731 a 4.936	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Ótima	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
203	Eldorado	26	4	802 a 1.731	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
204	Eldorado	23	5	536 a 802	Fundamental	Sim	Semanal	Tambor	Boa	Sim	Não	Não	Fossa Séptica
205	Eldorado	22	6	4.963 a 14.521	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
206	Eldorado	22	2	802 a 1.731	Médio	Sim	Quinzenal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Regar Plantas

207	Eldorado	44	6	802 a 1.731	Superior	Não	Quinzenal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
208	Eldorado	67	1	536 a 802	Infantil	Não	Semanal	Tambor	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
209	Eldorado	66	1	802 a 1.731	Infantil	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Não	Não	Sim	Regar Plantas
210	Eldorado	76	1	536 a 802	Fundamental	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
211	Eldorado	66	3	x	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
212	Eldorado	65	1	802 a 1.731	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
213	Eldorado	63	1	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Fossa Séptica
214	Eldorado	58	4	x	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
215	Eldorado	34	4	1.731 a 4.936	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
216	Eldorado	29	3	802 a 1.731	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
217	Eldorado	55	6	x	Infantil	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
218	Eldorado	44	4	1.731 a 4.936	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
219	Eldorado	42	4	1.731 a 4.936	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
220	Eldorado	41	5	1.731 a 4.936	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Outros
221	Eldorado	40	3	536 a 802	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Fossa Séptica
222	Eldorado	37	4	536 a 802	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
223	Eldorado	31	6	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Quinzenal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
224	Eldorado	29	5	802 a 1.731	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Ruim	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
225	Eldorado	23	4	536 a 802	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
226	Novo	22	5	802 a 1.731	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Péssima	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
227	Novo	29	3	536 a 802	Fundamental	Sim	Diário	Caixa d'água	Ruim	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
228	Novo	35	4	0 a 536	Fundamental	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
229	Novo	21	4	536 a 802	Fundamental	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
230	Novo	34	4	0 a 536	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Ruim	Sim	Não	Não	Fossa Séptica
231	Novo	59	2	0 a 536	Infantil	Não	Semanal	Caixa d'água	Ruim	Não	Não	Sim	Fossa Séptica
232	Novo	49	3	802 a 1.731	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Regar Plantas
233	Novo	17	2	536 a 802	Fundamental	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Não	Sim	Sim	Regar Plantas
234	Novo	22	6	0 a 536	Médio	Sim	Semanal	Tambor	Boa	Não	Sim	Não	Regar Plantas
235	Novo	47	+6	536 a 802	Fundamental	Não	Quinzenal	Tambor	Ruim	Sim	Não	Não	Regar Plantas
236	Novo	30	5	0 a 536	Médio	Sim	Semanal	Tambor	Ruim	Sim	Não	Não	Regar Plantas
237	Novo	22	3	536 a 802	Médio	Sim	Semanal	Outro	Ruim	Não	Não	Não	Regar Plantas
238	Novo	42	3	536 a 802	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
239	Novo	33	4	536 a 802	Médio	Sim	Semanal	Outro	Ruim	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
240	Novo	21	4	802 a 1.731	Superior	Sim	Semanal	Outro	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
241	Novo	60	2	536 a 802	Infantil	Sim	Diário	Tambor	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
242	Novo	55	5	0 a 536	Fundamental	Sim	Semanal	Caixa d'água	Ruim	Não	Não	Sim	Rede de esgoto
243	Novo	27	2	0 a 536	Médio	Sim	Semanal	Tambor	Boa	Não	Não	Não	Rede de esgoto
244	Novo	21	4	0 a 536	Infantil	Sim	Diário	Outro	Boa	Sim	Sim	Não	Fossa Séptica
245	Novo	56	3	536 a 802	Infantil	Sim	Semanal	Outro	Boa	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
246	Novo	49	3	536 a 802	Infantil	Não	Semanal	Caixa d'água	Ruim	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
247	Novo	32	2	0 a 536	Fundamental	Sim	Semanal	Tambor	Boa	Não	Não	Sim	Rede de esgoto
248	Novo	60	1	536 a 802	Fundamental	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Não	Sim	Sim	Rede de esgoto
249	Novo	56	3	536 a 802	Fundamental	Sim	Diário	Outro	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
250	Novo	54	3	0 a 536	Fundamental	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
251	Novo	47	6	1.731 a 4.936	Superior	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
252	Novo	28	4	0 a 536	Fundamental	Sim	Semanal	Caixa d'água	Ruim	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
253	Novo	49	+6	536 a 802	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
254	Novo	62	2	802 a 1.731	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
255	Novo	60	2	x	Médio	Sim	Quinzenal	Outro	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
256	Novo	40	1	802 a 1.731	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
257	Novo	44	4	802 a 1.731	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
258	Novo	44	3	536 a 802	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Regar Plantas
259	Novo	48	2	802 a 1.731	Pós-graduação	Sim	Diário	Caixa d'água	Ótima	Sim	Sim	Sim	Fossa Séptica
260	Novo	59	3	1.731 a 4.936	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Ótima	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
261	Novo	35	3	802 a 1.731	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
262	Novo	49	4	1.731 a 4.936	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
263	Novo	37	4	802 a 1.731	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
264	Novo	48	3	1.731 a 4.936	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
265	Novo	53	6	1.731 a 4.936	Superior	Sim	Diário	Outro	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
266	Novo	33	1	536 a 802	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Ótima	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
267	Novo	48	+6	0 a 536	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
268	Novo	28	2	1.731 a 4.936	Pós-graduação	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Outros
269	Novo	55	2	1.731 a 4.936	Pós-graduação	Sim	Diário	Caixa d'água	Ótima	Sim	Sim	Sim	Outros
270	Novo	68	5	x	Pós-graduação	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
271	Novo	60	3	1.731 a 4.936	Pós-graduação	Sim	Diário	Caixa d'água	Ruim	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
272	Novo	26	2	1.731 a 4.936	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
273	Novo	67	2	4.963 a 14.521	Pós-graduação	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
274	Novo	36	+6	x	Superior	Sim	Diário	Cisterna	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
275	Novo	37	3	1.731 a 4.936	Superior	Sim	Diário	Outro	Boa	Sim	Não	Sim	Outros
276	Novo	25	6	802 a 1.731	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Outros
277	Novo	61	2	536 a 802	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Regar Plantas

278	Novo	46	2	0 a 536	Infantil	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
279	Novo	38	4	536 a 802	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Péssima	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
280	Novo	73	3	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Diário	Caixa d'água	Ruim	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
281	Novo	43	+6	1.731 a 4.936	Pós-graduação	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
282	Novo	24	4	4.963 a 14.521	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
283	Novo	67	4	1.731 a 4.936	Médio	Sim	Diário	Outro	Ótima	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
284	Novo	52	4	x	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
285	Novo	39	5	536 a 802	Fundamental	Sim	Diário	Outro	Ruim	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
286	Novo Horizonte	51	4	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
287	Novo Horizonte	45	4	x	Superior	Sim	Diário	Caixa d'água	Ruim	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
288	Novo Horizonte	47	2	536 a 802	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
289	Novo Horizonte	67	3	802 a 1.731	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
290	Novo Horizonte	47	4	536 a 802	Médio	Sim	Semanal	Cisterna	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
291	Novo Horizonte	62	1	536 a 802	Fundamental	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
292	Novo Horizonte	65	2	536 a 802	Fundamental	Sim	Diário	Outro	Ruim	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
293	Novo Horizonte	34	5	802 a 1.731	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Fossa Séptica
294	Novo Horizonte	43	+6	536 a 802	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Ruim	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
295	Novo Horizonte	58	5	802 a 1.731	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Ruim	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
296	Novo Horizonte	49	3	536 a 802	Fundamental	Sim	Diário	Outro	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
297	Novo Horizonte	27	3	0 a 536	Fundamental	Sim	Diário	Caixa d'água	Ótima	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
298	Novo Horizonte	63	5	536 a 802	Fundamental	Sim	Diário	Caixa d'água	Ruim	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
299	Novo Horizonte	44	3	x	Superior	Sim	Semanal	Caixa d'água	Péssima	Sim	Não	Não	Regar Plantas
300	Novo Horizonte	77	6	802 a 1.731	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Ruim	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
301	Pedra Velha	26	2	1.731 a 4.936	Médio	Sim	Outro	Caixa d'água	Ruim	Sim	Não	Não	Regar Plantas
302	Pedra Velha	66	2	1.731 a 4.936	Médio	Sim	Outro	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Regar Plantas
303	Pedra Velha	49	1	536 a 802	Infantil	Sim	Outro	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Regar Plantas
304	Pedra Velha	53	3	802 a 1.731	Médio	Sim	Outro	Tambor	Péssima	Sim	Sim	Sim	Regar Plantas
305	Pedra Velha	18	4	0 a 536	Fundamental	Não	Outro	Caixa d'água	Boa	Não	Não	Não	Rede de esgoto
306	Pedra Velha	20	3	536 a 802	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Outros
307	Pedra Velha	64	3	1.731 a 4.936	Superior	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
308	Pedra Velha	63	2	536 a 802	Infantil	Sim	Quinzenal	Cisterna	Boa	Sim	Não	Sim	Fossa Séptica
309	Pedra Velha	60	1	536 a 802	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
310	Pedra Velha	23	2	802 a 1.731	Médio	Sim	Outro	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Fossa Séptica
311	Pedra Velha	25	4	536 a 802	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
312	Pedra Velha	34	4	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Outro	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
313	Pedra Velha	43	5	0 a 536	Fundamental	Sim	Outro	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
314	Pedra Velha	48	3	802 a 1.731	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Fossa Séptica
315	Pedra Velha	55	2	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
316	Pedra Velha	43	1	536 a 802	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
317	Pedra Velha	38	3	536 a 802	Fundamental	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
318	Pedra Velha	64	4	536 a 802	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
319	Pedra Velha	77	3	536 a 802	Infantil	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
320	Pedra Velha	80	4	536 a 802	Fundamental	Sim	Outro	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
321	Pedra Velha	82	1	536 a 802	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Rede de esgoto
322	Pedra Velha	19	3	802 a 1.731	Médio	Sim	Semanal	Tambor	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
323	Pedra Velha	36	3	536 a 802	Fundamental	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
324	Pedra Velha	51	3	1.731 a 4.936	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Ótima	Sim	Sim	Não	Rede de esgoto
325	Pedra Velha	23	3	1.731 a 4.936	Médio	Sim	Diário	Outro	Boa	Não	Não	Não	Rede de esgoto
326	Pedra Velha	23	3	802 a 1.731	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Ruim	Sim	Não	Não	Outros
327	Pedra Velha	44	3	536 a 802	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
328	Pedra Velha	43	4	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
329	Pedra Velha	35	5	536 a 802	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
330	Pedra Velha	29	3	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
331	Pedra Velha	28	2	536 a 802	Fundamental	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Fossa Séptica
332	Pedra Velha	23	6	802 a 1.731	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Fossa Séptica
333	Pedra Velha	47	4	536 a 802	Fundamental	Não	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
334	Pedra Velha	61	2	536 a 802	Infantil	Não	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
335	Pedra Velha	56	4	536 a 802	Fundamental	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto

Zona rural

Nº	Local	Questões											
		1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	9ª	10ª	11ª	12ª
336	Craibeirinhas	33	2	0 a 536	Fundamental	Sim	Outro	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Despejo a céu aberto
337	Craibeirinhas	44	5	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Regar Plantas
338	Craibeirinhas	70	2	536 a 802	Fundamental	Sim	Quinzenal	Tambor	Boa	Sim	Não	Não	Fossa Séptica
339	Craibeirinhas	42	6	802 a 1.731	Fundamental	Não	Outro	Tambor	Boa	Não	Não	Não	Regar Plantas
340	Craibeirinhas	32	4	536 a 802	Médio	Sim	Outro	Cisterna	Boa	Sim	Não	Não	Regar Plantas
341	Lagoinha	39	6	536 a 802	Médio	Sim	Outro	Caixa d'água	Péssima	Sim	Não	Não	Despejo a céu aberto
342	Lagoinha	21	3	536 a 802	Médio	Sim	Outro	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Rede de esgoto
343	Lagoinha	28	4	0 a 536	Fundamental	Sim	Outro	Caixa d'água	Boa	Não	Sim	Sim	Regar Plantas
344	Lagoinha	34	5	1.731 a 4.936	Fundamental	Sim	Outro	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Regar Plantas

345	Lagoinha	24	2	536 a 802	Infantil	Sim	Outro	Caixa d'água	Boa	Não	Não	Sim	Despejo a céu aberto
346	Lagoinha	19	4	802 a 1.731	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Regar Plantas
347	Lagoinha	61	2	802 a 1.731	Médio	Sim	Semanal	Tambor	Boa	Sim	Não	Não	Regar Plantas
348	Lagoinha	17	6	536 a 802	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Regar Plantas
349	Lagoinha	30	3	0 a 536	Médio	Sim	Quinzenal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Fossa Séptica
350	Lagoinha	22	3	536 a 802	Médio	Sim	Diário	Outro	Boa	Não	Sim	Sim	Despejo a céu aberto
351	Lagoinha	23	4	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
352	Lagoinha	34	5	536 a 802	Fundamental	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Rede de esgoto
353	Lagoinha	26	+6	536 a 802	Médio	Sim	Semanal	Tambor	Boa	Sim	Não	Não	Regar Plantas
354	Rabeca	28	+6	536 a 802	Infantil	Sim	Semanal	Caixa d'água	Péssima	Sim	Não	Não	Regar Plantas
355	Rabeca	39	5	0 a 536	Infantil	Sim	Diário	Caixa d'água	Ruim	Não	Sim	Sim	Despejo a céu aberto
356	Rabeca	33	4	536 a 802	Fundamental	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Regar Plantas
357	Rabeca	28	2	0 a 536	Médio	Sim	Diário	Outro	Boa	Não	Sim	Não	Regar Plantas
358	Rabeca	42	4	536 a 802	Médio	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Regar Plantas
359	Rabeca	62	+6	536 a 802	Fundamental	Sim	Diário	Tambor	Boa	Sim	Não	Não	Regar Plantas
360	Rabeca	45	4	0 a 536	Médio	Sim	Semanal	Outro	Boa	Sim	Sim	Sim	Despejo a céu aberto
361	Rabeca	43	1	536 a 802	Infantil	Sim	Diário	Outro	Boa	Sim	Sim	Sim	Despejo a céu aberto
362	Rabeca	40	3	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Não	Despejo a céu aberto
363	Rabeca	62	5	802 a 1.731	Infantil	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Regar Plantas
364	Rabeca	67	2	0 a 536	Infantil	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Regar Plantas
365	Rabeca	58	1	536 a 802	Infantil	Sim	Diário	Outro	Boa	Sim	Sim	Não	Despejo a céu aberto
366	Rabeca	29	+6	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Regar Plantas
367	Rabeca	30	3	0 a 536	Fundamental	Sim	Diário	Caixa d'água	Boa	Não	Sim	Sim	Regar Plantas
368	Salgado	50	3	536 a 802	Médio	Sim	Quinzenal	Caixa d'água	Ruim	Sim	Não	Não	Regar Plantas
369	Salgado	45	4	1.731 a 4.936	Fundamental	Sim	Semanal	Caixa d'água	Péssima	Sim	Não	Não	Regar Plantas
370	Salgado	74	2	802 a 1.731	Infantil	Sim	Semanal	Caixa d'água	Péssima	Sim	Sim	Sim	Despejo a céu aberto
371	Salgado	53	3	536 a 802	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Ruim	Sim	Não	Não	Regar Plantas
372	Salgado	56	2	1.731 a 4.936	Médio	Sim	Outro	Caixa d'água	Péssima	Sim	Não	Não	Regar Plantas
373	Salgado	63	2	802 a 1.731	Infantil	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Sim	Regar Plantas
374	Salgado	49	5	802 a 1.731	Fundamental	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Sim	Sim	Regar Plantas
375	Salgado	85	1	536 a 802	Infantil	Sim	Semanal	Tambor	Boa	Sim	Sim	Não	Regar Plantas
376	Salgado	50	+6	802 a 1.731	Infantil	Não	Semanal	Outro	Boa	Não	Não	Não	Regar Plantas
377	Salgado	50	2	802 a 1.731	Infantil	Sim	Semanal	Tambor	Boa	Não	Não	Não	Regar Plantas
378	Salgado	70	1	802 a 1.731	Superior	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Regar Plantas
379	Salgado	55	6	536 a 802	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Regar Plantas
380	Salgado	37	5	802 a 1.731	Infantil	Sim	Semanal	Cisterna	Boa	Sim	Não	Não	Despejo a céu aberto
381	Salgado	34	6	536 a 802	Fundamental	Sim	Semanal	Cisterna	Boa	Sim	Não	Não	Regar Plantas
382	Salgado	27	6	802 a 1.731	Médio	Sim	Semanal	Caixa d'água	Boa	Sim	Não	Não	Regar Plantas

**ANEXO A – RESERVATÓRIOS ENCOTRADOS NA CIDADE DE DELMIRO
GOUVEIA – AL. SEGUNDO INFORMAÇÕES DA CASAL.**

Reservatórios encontrados na região municipal			
Locais	Cidade	Quantidade. Capacidade	Tipo
Pov. São Sebastião	Delmiro Gouveia – Al	1x50	Elevado
Povoado Lagoinha	Delmiro Gouveia – Al	1x50	Elevado
Povoado Jardim Cordeiro	Delmiro Gouveia – Al	1x50	Elevado
Povoado Alto Bonito	Delmiro Gouveia – Al	1x50	Elevado
Povoado Caribras	Delmiro Gouveia – Al	1x50	Elevado
Povoado Gangorra	Delmiro Gouveia – Al	1x100	Elevado
Povoado Sinimbu	Delmiro Gouveia – Al	1x100	Apoiado
Povoado Valha-me Deus	Delmiro Gouveia – Al	1x50	Elevado
ETA Barragem Leste	Delmiro Gouveia – Al	2x200	Apoiado
ETA Barragem Jardim Cordeiro	Delmiro Gouveia – Al	1x50	Apoiado
Povoado Salgado	Delmiro Gouveia – Al	1x50	Elevado
Povoado Cruz	Delmiro Gouveia – Al	1x50	Elevado
Povoado Rabeca	Delmiro Gouveia - Al	1x50	Elevado
Guirro - Parte alta	Delmiro Gouveia - Al	1x200	Elevado
EE-03-Delmiro	Delmiro Gouveia - Al	3x1250	Apoiado
Total		5050 m ³	