



**CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

COMUNIDADE EVANGÉLICA LUTERANA "SÃO PAULO"  
Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607 - D.O.U. nº 202 de 20/10/2005

Thiago Borges Torquato

ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DA QUALIDADE DA ÁGUA DE  
RESERVATÓRIOS DOMICILIARES DE PALMAS - TO

Palmas – TO

2016

Thiago Borges Torquato

ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DA QUALIDADE DA ÁGUA DE  
RESERVATÓRIOS DOMICILIARES DE PALMAS - TO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC II)  
elaborado e apresentado como requisito parcial  
para obtenção do título de bacharel em  
Engenharia Civil pelo Centro Universitário  
Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: M.Sc. José Geraldo Delvaux Silva.

Palmas – TO

2016

Thiago Borges Torquato

ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DA QUALIDADE DA ÁGUA DE  
RESERVATÓRIOS DOMICILIARES DE PALMAS - TO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC II)  
elaborado e apresentado como requisito parcial  
para obtenção do título de bacharel em  
Engenharia Civil pelo Centro Universitário  
Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: M.Sc. José Geraldo Delvaux Silva.

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. M.Sc. José Geraldo Delvaux Silva  
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

---

Prof. M.Sc. Joaquim José de Carvalho  
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

---

Prof. M.Sc. Walkíria Régis de Medeiros  
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO

2016

Dedico este trabalho as pessoas mais importantes da minha vida, minha mãe e irmãos, que sempre me incentivaram a enfrentar desafios e realizar meus sonhos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por ter proporcionado a alegria e saúde para que eu pudesse realizar este trabalho.

Agradeço a minha mãe e irmãos que sempre me incentivaram e sempre estiveram presentes ao longo dos dias de minha vida.

Agradeço a todos os amigos que sempre desejaram o melhor para mim e que acreditaram no meu potencial.

A toda equipe do Laboratório de Análise de Águas do Instituto Federal do Tocantins – IFTO de Palmas, pela colaboração durante a realização das análises deste estudo.

Ao meu orientador Professor José Geraldo, pelo incentivo durante o curso, pela orientação que contribuiu significativamente para a concretização deste trabalho e pela amizade.

Agradeço a todos que contribuíram de alguma forma para minha formação acadêmica e crescimento pessoal.

*“Ninguém é tão grande que não possa aprender, nem tão pequeno que não possa ensinar.”*

**Escopo**

## **RESUMO**

TORQUATO, Thiago Borges. **Análise das Características da Qualidade da Água de Reservatórios Domiciliares de Palmas - TO**. 2016. 74 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO, 2016.

A água é indispensável e necessidade primordial para a vida do ser humano e aos demais seres vivos, e a qualidade da água não depende apenas do tratamento e distribuição adequados, mais também do armazenamento do produto. Assim, para que um programa de qualidade cumpra com sucesso suas funções é necessário que não só a tecnologia disponível para o tratamento e distribuição seja adequada, mas também que o sistema de armazenamento familiar seja eficiente. A garantia do consumo humano da água, segundo padrões de potabilidade é definida pela Portaria de nº 2914/2011 do Ministério da Saúde (MS) onde são definidos os valores máximos e mínimos permitidos para as características físicas, químicas e biológicas da água potável. Assim o presente trabalho teve por objetivo analisar a qualidade da água consumida em duas áreas socialmente distintas da cidade de Palmas - TO através de análises físico-químicas e microbiológicas da água armazenada nos reservatórios domiciliares e dos parâmetros de avaliação da qualidade dessa água para fins estatísticos, a fim de verificar se o fator sociocultural dos moradores tem influência na manutenção da qualidade da água. Observou-se que a qualidade da água em relação aos parâmetros físico-químicos, sejam elas pH, Turbidez, Cloretos, Alcalinidade e Coliformes estão dentro dos padrões da portaria de nº 2914/2011 do Ministério da Saúde (MS), devido o papel de responsabilidade que os moradores de ambas as regiões tiveram na manutenção correta dos reservatórios domésticos, obtendo água de qualidade em suas torneiras. Os diversos parâmetros avaliados nas duas áreas distintas, não diferiram entre si, a um nível de 95% de probabilidade. Os resultados obtidos indicam que a classe social não é fator predominante no que diz respeito à manutenção da qualidade da água depois de armazenada em seus reservatórios.

**Palavras-chave:** qualidade da água; padrão de potabilidade; reservatórios domiciliares.

## **ABSTRACT**

TORQUATO , Thiago Borges. Analysis of the Characteristics of Quality Household Reservoir Water Palmas - TO . 2016. 74 p. Work Completion of course (Graduation) - Civil Engineering Course , Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO, 2016 .

Water is essential and paramount necessity for the life of human beings and other living beings, and the water quality does not only depend on the appropriate treatment and distribution, plus also the storage of the product. Thus, for a quality control program successfully perform its functions it is necessary that not only the available technology for the processing and distribution is adequate, but also familiar storage system is efficient. The guarantee of human water consumption, according potability standards is defined by Ordinance No. 2914/2011 of the Ministry of Health (MoH) where the maximum and minimum values allowed for the physical, chemical and biological characteristics of drinking water are defined. Thus the present study was to analyze the quality of water consumed in two socially different areas of the city of Palmas - TO through physical, chemical and microbiological analyzes of water stored in domestic containers and quality evaluation parameters of this water for statistical purposes in order to verify that the sociocultural factor residents have influence in maintaining water quality. It was observed that the water quality in relation to the physico-chemical parameters, whether pH, Turbidity, chlorides, alkalinity and Coliforms are within the de nº 2914/2011 concierge standards of the Ministry of Health (MOH), because the paper responsibility to the people of both regions had the correct maintenance of domestic reservoirs, obtaining quality water in their taps. The various parameters evaluated in two distinct areas , not different at a level of 95 % probability. The results indicate that the class is not a determining factor with regard to maintaining water quality after being stored in their reservoirs.

**Keywords:** water quality; potability standards ; domestic containers .



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - Pontos de coleta no Bairro Jardim Santa Bárbara. ....	30
<b>Figura 2</b> - Pontos de coleta realizados no Plano Diretor Sul. ....	31
<b>Figura 3</b> - Tipos de materiais dos reservatórios Jd. Santa Bárbara. ....	32
<b>Figura 4</b> - Tipo dos materiais dos reservatórios Plano Diretor Sul. ....	33
<b>Figura 5</b> - Localização dos reservatórios Jd. Santa Bárbara. ....	33
<b>Figura 6</b> - Localização dos reservatórios Plano Diretor Sul. ....	34
<b>Figura 7</b> - Período da última lavagem dos reservatórios analisados no Jd. Santa Bárbara. ....	34
<b>Figura 8</b> - Período da última lavagem dos reservatórios analisados no Plano .....35	35
<b>Figura 9</b> - Reservatório domiciliar de cimento-amianto no Ponto 1. ....	36
<b>Figura 10</b> - Reservatório domiciliar de cimento-amianto no Ponto 2. ....	36
<b>Figura 11</b> - Reservatório domiciliar de cimento-amianto no Ponto 3. ....	37
<b>Figura 12</b> - Reservatório domiciliar de cimento-amianto no Ponto 4. ....	37
<b>Figura 13</b> - Reservatório domiciliar de cimento-amianto no Ponto 5. ....	38
<b>Figura 14</b> - Reservatório domiciliar de cimento-amianto no Ponto 6 .....38	38
<b>Figura 15</b> - Coleta de amostra no Ponto 1. ....	40
<b>Figura 16</b> - Coleta de amostra no Ponto 2. ....	40
<b>Figura 17</b> - Coleta de amostra no Ponto 3. ....	41
<b>Figura 18</b> - Coleta de amostra no Ponto 4. ....	41
<b>Figura 19</b> - Coleta de amostra no Ponto 5. ....	42
<b>Figura 20</b> - Coleta de amostra no Ponto 6. ....	42
<b>Figura 21</b> - Resultado das análises no parâmetro pH – Bairro Jardim Sta. Bárbara. ....	50
<b>Figura 22</b> - Resultado das análises no parâmetro pH – Plano Diretor Sul. ....	50
<b>Figura 23</b> - Turbidez - Bairro Jardim Sta. Bárbara. ....	51
<b>Figura 24</b> - Turbidez - Plano Diretor Sul. ....	52
<b>Figura 25</b> - Sólidos - Bairro Jardim Sta. Bárbara. ....	53
<b>Figura 26</b> - Sólidos - Plano Diretor Sul. ....	53
<b>Figura 27</b> - Cloretos - Bairro Jardim Sta. Bárbara. ....	54
<b>Figura 28</b> - Cloretos - Plano Diretor Sul. ....	54
<b>Figura 29 (a)</b> - Parâmetros da qualidade da água em função do pH em localidades e dias diferentes. ....	55

<b>Figura 29 (b)</b> - Parâmetros da qualidade da água em função do pH em localidades e dias diferentes. ....	56
<b>Figura 29 (c)</b> - Parâmetros da qualidade da água em função do pH em localidades e dias diferentes. ....	56
<b>Figura 30 (a)</b> - Parâmetros da qualidade da água em função do pH na mesma localidade em dias diferentes. ....	57
<b>Figura 30 (b)</b> - Parâmetros da qualidade da água em função do pH na mesma localidade em dias diferentes. ....	57
<b>Figura 31 (a)</b> - Parâmetros da qualidade da água em função da Turbidez em localidades e dias diferentes. ....	58
<b>Figura 31 (b)</b> - Parâmetros da qualidade da água em função da Turbidez em localidades e dias diferentes. ....	58
<b>Figura 31 (c)</b> - Parâmetros da qualidade da água em função da Turbidez em localidades e dias diferentes. ....	59
<b>Figura 32 (a)</b> - Parâmetros da qualidade da água em função da Turbidez na mesma localidade em dias diferentes. ....	59
<b>Figura 32 (b)</b> - Parâmetros da qualidade da água em função da Turbidez na mesma localidade em dias diferentes. ....	60
<b>Figura 33 (a)</b> - Parâmetros da qualidade da água em função da Alcalinidade em localidades e dias diferentes. ....	60
<b>Figura 33 (b)</b> – Parâmetros da qualidade da água em função da Alcalinidade em localidades e dias diferentes. ....	61
<b>Figura 33 (c)</b> - Parâmetros da qualidade da água em função da Alcalinidade em localidades e dias diferentes. ....	61
<b>Figura 34 (a)</b> - Parâmetros da qualidade da água em função da Alcalinidade na mesma localidade em dias diferentes. ....	62
<b>Figura 34 (b)</b> - Parâmetros da qualidade da água em função da Alcalinidade na mesma localidade em dias diferentes. ....	62
<b>Figura 35 (a)</b> - Parâmetros da qualidade da água em função dos Sólidos em localidades e dias diferentes. ....	63
<b>Figura 35 (b)</b> - Parâmetros da qualidade da água em função dos Sólidos em localidades e dias diferentes. ....	63

<b>Figura 35 (c)</b> - Parâmetros da qualidade da água em função dos Sólidos em localidades e dias diferentes. ....	64
<b>Figura 36 (a)</b> - Parâmetros da qualidade da água em função dos Sólidos na mesma localidade em dias diferentes. ....	64
<b>Figura 36 (b)</b> - Parâmetros da qualidade da água em função dos Sólidos na mesma localidade em dias diferentes. ....	65
<b>Figura 37 (a)</b> - Parâmetros da qualidade da água em função dos Cloretos em localidades e dias diferentes. ....	65
<b>Figura 37 (b)</b> - Parâmetros da qualidade da água em função dos Cloretos em localidades e dias diferentes. ....	66
<b>Figura 37 (c)</b> - Parâmetros da qualidade da água em função dos Cloretos em localidades e dias diferentes. ....	66
<b>Figura 38 (a)</b> - Parâmetros da qualidade da água em função dos Cloretos na mesma localidade em dias diferentes. ....	67
<b>Figura 38 (b)</b> - Parâmetros da qualidade da água em função dos Cloretos na mesma localidade em dias diferentes. ....	67

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Endereços conforme ordem de coleta. ....	31
<b>Tabela 2:</b> Características dos reservatórios domésticos.....	32
<b>Tabela 3:</b> Limites definidos pela Portaria n. 2914/2011. ....	46
<b>Tabela 4:</b> Resultados analíticos das amostras Bairro jardim Sta. Bárbara no dia 18/02/2016. ....	46
<b>Tabela 5:</b> Resultados analíticos das amostras Plano Diretor Sul no dia 18/02/2016. ....	47
<b>Tabela 6:</b> Resultados analíticos das amostras Bairro Jardim Sta. Bárbara no dia 23/02/2016. ....	47
<b>Tabela 7:</b> Resultados analíticos das amostras Plano Diretor Sul no dia 23/02/2016. ....	48
<b>Tabela 8:</b> Resultados analíticos das amostras Bairro Jardim Sta Bárbara no dia 25/02/2016. ....	48
<b>Tabela 9:</b> Resultados analíticos das amostras Plano Diretor Sul no dia 25/02/2016. ....	49

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	14
<b>1.1 Objetivos.....</b>	<b>16</b>
1.1.1 Objetivo Geral .....	16
1.1.2 Objetivos Específicos .....	16
<b>1.2 Justificativa .....</b>	<b>16</b>
2. REFERENCIAL TEORICO .....	17
<b>2.1 Características Físicas da Água .....</b>	<b>17</b>
2.1.2 Turbidez .....	17
2.1.3 Sabor e Odor.....	17
2.1.4 Cor .....	18
2.1.5 Sólidos .....	18
2.1.6 Temperatura.....	19
<b>2.2 Características Químicas da Água.....</b>	<b>19</b>
2.2.1 Potencial Hidrogeniônico (pH).....	19
2.2.2 Alcalinidade .....	20
2.2.3 Acidez.....	21
2.2.4 Nitrogênio .....	21
2.2.5 Fósforo .....	22
2.2.6 Cloretos.....	22
2.2.7 Dureza.....	23
2.2.8 Demanda Química de Oxigênio .....	23
2.2.9 Oxigênio Dissolvido.....	24
2.2.10 Ferro e Manganês .....	24
2.2.11 Flúor (Fluoretos).....	25
<b>2.3 Características Biológicas da Água.....</b>	<b>25</b>
2.3.1 Coliformes .....	25
2.3.2 Bactérias heterotróficas.....	26

<b>2.4 Tipos de Reservatórios de Água Quanto ao Material.....</b>	<b>27</b>
2.4.1 Fibrocimento ou Cimento - Amianto .....	27
2.4.2 Plástico Polietileno.....	27
2.4.3 Plástico Polipropileno .....	27
2.4.3 Fibra de Vidro .....	28
2.4.5 Concreto Armado .....	28
2.4.6 Aço Inoxidável .....	29
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>30</b>
<b>3.1 Caracterização da área de estudo .....</b>	<b>30</b>
<b>3.2 Caracterização da localidade .....</b>	<b>31</b>
<b>2.3 Caracterização dos tipos de reservatórios .....</b>	<b>35</b>
<b>2.4 Levantamento dos dados .....</b>	<b>39</b>
2.4.1 Procedimento de coleta das amostras nas residências .....	39
2.4.2 Metodologia das análises.....	43
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>46</b>
<b>4.1 Parâmetros de avaliação da qualidade da água .....</b>	<b>55</b>
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>68</b>
<b>6. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>69</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A água é indispensável e necessidade primordial para a vida do ser humano e aos demais seres vivos, além de ser suporte essencial aos ecossistemas. Retirada de rios, lagos, represas e aquíferos, é utilizada para o consumo humano e para as atividades sócio-econômicas, tendo influência direta sobre a saúde, a qualidade de vida e o desenvolvimento das populações (SOUZA, 2000).

A quantidade e a qualidade das águas doces continentais no planeta sempre foram essenciais para manter os ciclos de vida, a biodiversidade dos organismos e a sobrevivência da espécie humana. A água de boa qualidade (isto é, sem contaminantes ou organismos que podem parasitar o homem e outros organismos) é fundamental para a manutenção da sustentabilidade e à saúde humana, e em última análise a qualidade de vida de populações urbanas e rurais (TUNDISI, 2003). É preocupante a questão da potabilidade de água no mundo, uma vez que 97% da água de todo planeta é salgada, conseqüentemente não é utilizável para o consumo humano (FUNASA, 2006).

A demanda de água potável aumenta exponencialmente com o crescimento populacional. De 1950 a 2001, a população mundial passou de 2,3 bilhões para 5,3 bilhões de habitantes, com o consumo de água do planeta aumentando de 1.000km<sup>3</sup> para 40.000km<sup>3</sup> anuais. O crescimento demográfico e econômico acelerado do Brasil nos últimos anos acarretou um grande aumento na demanda e diminuição na disponibilidade. Além da escassez das reservas hídricas, verifica-se o crescimento da contaminação dos recursos d'água potável existentes, afetando assim gravemente a saúde humana (MMA, 2002).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS) “todas as pessoas, em quaisquer estágios de desenvolvimento e condições sócio-econômicas têm o direito de ter acesso a um suprimento adequado de água potável e segura”. A OMS refere-se como “segura”, a disponibilidade de água que não represente um risco significativo à saúde. Nesse contexto, na medida em que o intuito é melhorar a qualidade da saúde pública torna-se imprescindível que tais condições sejam levadas em consideração para o estabelecimento e manutenção dos programas de qualidade de água e seu armazenamento, neste caso nos reservatórios que serão estudados neste trabalho.

Segundo (Bromberg, 1995; Heller, 1998) o melhor método de assegurar água adequada para consumo consiste em formas de proteção, evitando-se contaminações de dejetos animais e humanos, os quais podem conter grande variedade de bactérias, vírus, protozoários e helmintos. Falhas na proteção e no tratamento efetivo expõem a comunidade a riscos de doenças intestinais e a outras doenças infecciosas.

Os riscos relacionados à saúde no consumo de água podem ser distribuídos em duas categorias principais: 1) Contaminação por agentes biológicos (vírus, bactérias e parasitas), pelo contato direto ou por meio de insetos vetores que necessitam dessa água em seu ciclo biológico; 2) riscos derivados de poluentes químicos, em geral os efluentes de esgotos industriais (Charriere et al., 1996).

A qualidade da água não depende apenas do tratamento e distribuição, mais também do armazenamento do produto. Assim, para que um programa de qualidade cumpra com sucesso suas funções é necessário que não só a tecnologia disponível para o tratamento e distribuição seja adequada, mas também que o sistema de armazenamento familiar seja eficiente.



## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar os padrões de potabilidade da água armazenada em reservatórios, através de características físico-químicas e microbiológicas.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Analisar a qualidade de água armazenada nos reservatórios domésticos através de parâmetros de potabilidade;
- Avaliar, através de uma pesquisa de perfil, se as características socioculturais dos moradores estão associadas ao seu comportamento no que diz respeito à manutenção da qualidade.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Apesar de ser sempre elemento vital para a humanidade e ser essencial para quase todas suas atividades cotidianas, tal como a própria higienização pessoal, a água nem sempre recebe os cuidados adequados para sua conservação e manutenção de sua qualidade.

Porquanto quando não recebe o tratamento adequado, a água pode estar contaminada por agentes patogênicos se tornando um grande vetor de propagação de doenças humanas como amebíase, cólera, hepatite A e giardíase. Como forma de identificar a qualidade apresentada pela água, podem ser realizados ensaios de caracterização física, química e biológica e assim atestar se a mesma atende aos padrões essenciais de potabilidade.

## **2. REFERENCIAL TEORICO**

### **2.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA ÁGUA**

As características físicas da água são analisadas na determinação da potabilidade porque estimam as qualidades organolépticas da água verificando em especial o seu aspecto estético, isto é, se ela é atraente ao olho do consumidor (castro, 2009, p.14). As principais características físicas da água são: Cor, Turbidez, Sabor e Odor, Temperatura e Condutividade Elétrica. A temperatura tem influência na desinfecção, uma vez que influencia nas reações de hidrólise, na eficiência da desinfecção, solubilidade dos gases, sensação do sabor e odor e também nas unidades de mistura rápida, floculação, decantação e filtração (CORRÊA, 2007).

#### **2.1.2 Turbidez**

Característica física da água, decorrente da presença de substâncias em suspensão, ou seja, sólidos suspensos, finamente divididos ou em estado coloidal, e de organismos microscópicos. Medida da redução de transparência, em meteorologia indica qualquer condição da atmosfera, que resulte na redução de sua transparência à luz, excluindo-se a presença de nuvens. (NBR 9896/1993).

A turbidez apresenta origem natural, ou seja, partículas de rochas, de silte e argila, de algas e de outros microorganismos ou de origem antrópica como despejos domésticos, despejos industriais e erosão. A sua origem natural não demonstra inconvenientes sanitários, exceto esteticamente. A sua origem antrópica pode estar relacionada a presença de compostos tóxicos e organismos patogênicos. Por diminuir a penetração de luz, prejudica a fotossíntese em corpos d'água. É medida através de unidades de turbidez (SPERLING, 2005).

O valor máximo permitido pela Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde de 2011 é de 5 uT. Tal restrição fundamenta-se na influência da turbidez nos processos usuais de desinfecção, atuando como escudo aos microrganismos patogênicos e assim minimizando a ação do desinfetante (BRASIL, 2006).

#### **2.1.3 Sabor e Odor**

Embora sabor e odor sejam duas sensações distintas e não mensuráveis, o conceito de sabor envolve uma interação de gosto (salgado, doce, azedo e amargo) com o odor e, por isso, usualmente, são referenciadas em conjunto. Sua origem está associada à presença de substâncias químicas ou gases dissolvidos (que podem ser utilizados no próprio tratamento, como o cloro) ou atuação de microrganismos, como algas e cianobactérias (BRASIL, 2006).

Deve-se à presença de substâncias químicas ou gases dissolvidos, quanto à atuação de alguns microrganismos. Para consumo humano e usos mais nobres, o padrão de potabilidade da Portaria nº 2914 do MS exige que a água não apresente tais características (BRASIL, 2011).

#### **2.1.4 Cor**

A água pura deve ser incolor, mas devido à presença de substâncias coloridas dissolvidas, como resíduos industriais ou compostos de ferro, e coloidais (partículas minúsculas de dimensões inferiores a 1mm), devido ao contato com resíduos orgânicos ou vegetais, a água pode adquirir certa cor. Essas cores resultantes do contato com diferentes substâncias são denominadas de cor aparente (causada por matéria em suspensão) ou cor verdadeira (causada por extratos vegetais ou orgânicos). Normalmente, a cor aparente pode ser removida mais facilmente nas etapas do tratamento de água convencional (CASTRO, 2009). CASTRO (2009), cita que as águas naturais possuem teores de cor entre os valores de 0 a 200 uH, mas, quando esse valor for maior que 25 uH, os processos de coagulação química e filtração são necessários para remover as impurezas.

O padrão de potabilidade da Portaria 2914/2011, apresenta um valor máximo permitido de cor na água de 15 uC.

#### **2.1.5 Sólidos**

Em saneamento, sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. Segundo (BENEDET, 2008), os sólidos em suspensão são as partículas capazes de serem retidas por

processos de filtração. Os sólidos dissolvidos são compostos por partículas com diâmetro inferior a 3-10µm e que continuam em solução mesmo após a filtração. A existência de sólidos na água pode ocorrer de forma natural (processos erosivos, orgânicos e detritos orgânicos) ou antropogênica (lançamento de lixo e esgoto). Mesmo que os parâmetros de turbidez e os sólidos estejam associados, eles não são absolutamente equivalentes. O valor máximo permitido pela Portaria 2914/2011 é de 1000 mg/L de sólidos totais em água potável.

### **2.1.6 Temperatura**

A temperatura pode ser definida como uma medida da intensidade de calor apresenta origem natural, ou seja, transferência de calor por radiação, condução e convecção. A origem antrópica deve-se, especialmente, aos despejos industriais, as altas temperaturas aumentam a taxa das reações físicas, químicas e biológicas e diminuem a solubilidade dos gases (SPERLING, 2005).

A alteração da temperatura da água pode ser causada por fontes naturais (principalmente energia solar) ou antropogênicas (despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas). A temperatura exerce influência marcante na velocidade das reações químicas, nas atividades metabólicas dos organismos e na solubilidade de substâncias. Em relação às águas para consumo humano, temperaturas elevadas aumentam as perspectivas de rejeição ao uso (BRASIL, 2006).

## **2.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA ÁGUA**

Por determinarem os terrores qualitativos e quantitativos de certas substâncias, as características químicas da água são essenciais na determinação da potabilidade, e mesmo que essas substâncias não sejam nocivas até determinados limites, devem ser conhecidas para aferir a necessidade dos processos de tratamento (CASTRO, 2009, p.18).

### **2.2.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)**

O termo pH (potencial hidrogeniônico) segundo (SAWYER et, al. 1994) é usado para expressar a intensidade da condição ácida ou básica de uma solução e é uma maneira de expressar a concentração do íon hidrogênio. BRANCO (1986) informa que nas águas naturais as variações destes parâmetros são ocasionados geralmente pelo consumo e/ou produção de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), realizados pelos organismos fotossintetizadores e pelos fenômenos de respiração/fermentação de todos os organismos presentes na massa de água, produzindo ácidos orgânicos fracos. A análise do potencial de hidrogênio conhecido com ph da água é importante para que haja controle de sua acidez. A acidez da água influi no processo de seu tratamento e contribui para a corrosão das estruturas das instalações hidráulicas e do sistema de distribuição. O valor do ph é o logaritmo decimal negativo do valor da atividade de íons de hidrogênio, indicado em mol/L e ph é a abreviação de “Potentia Hydrogenil”, a força do hidrogênio (ZUMACH, 2003).

A faixa de valores limite de pH para o padrão de potabilidade da Portaria 2914/2011 está entre 6,0 e 9,5. Esse parâmetro objetiva minimizar os problemas de corrosão e incrustação das redes de distribuição.

### **2.2.2 Alcalinidade**

Alcalinidade da água é dada pela dos íons hidroxila, carbonato e bicarbonato (APHA et al., 2005). A importância do conhecimento das concentrações destes íons permite a definição de dosagens de agentes floclulantes e fornece informações sobre as características corrosivas ou incrustantes da água analisada. Segundo Farias (2006), a alcalinidade mede a capacidade de neutralização de ácidos e é devida, principalmente, a sais de ácidos fracos e bases fortes, e tais substâncias têm efeito tampão, resistindo à queda de pH resultante da adição de ácidos. Sawyer et. al. (1994) enfoca que a alcalinidade é uma determinação importante no controle do tratamento de esgotos devido a sua capacidade de tamponação.

A alcalinidade influi na coagulação química quando se utiliza como agente coagulante o sulfato de alumínio, visto que este é doador de prótons em solução. Se a alcalinidade for baixa, a coagulação pode exigir a adição de alcalinizante para o ajuste do pH, mas se a alcalinidade e o pH forem altos, provavelmente haverá

problemas nesse tipo de coagulação (DI BERNARDO e DANTAS, 2005). Em teores elevados, a alcalinidade pode proporcionar sabor desagradável à água.

### **2.2.3 Acidez**

Está relacionada ao condicionamento final da água em uma estação de tratamento, podendo ser necessário estabilizar o carbonato de cálcio por meio da adição de um alcalinizante, a fim de evitar problemas de corrosão no sistema de abastecimento (RITCHER e AZEVEDO NETTO, 2003).

As águas naturais geralmente são alcalinas, porém, a acidez não é necessariamente indesejável. A importância da determinação da acidez se prende ao fato de que sua variação brusca pode caracterizar o lançamento de algum resíduo industrial (ANDRADE e MACÊDO, 1996).

### **2.2.4 Nitrogênio**

No meio aquático o nitrogênio pode ser detectado sob a forma molecular ( $N_2$ ), como amônia (livre  $NH_3$  e ionizada  $NH_4^+$ ), nitrito ( $NO_2^-$ ) e nitrato ( $NO_3^-$ ). Dentro do ciclo do nitrogênio na biosfera, pode se transformar entre várias formas e estados de oxidação. Os sólidos em suspensão e os sólidos dissolvidos são os responsáveis pela ocorrência do nitrogênio na água (SPERLING, 2005).

A sua ascendência natural se da em virtude do mesmo ser constituinte de proteínas e vários outros compostos biológicos, além de ser constituinte da composição celular de microrganismos. A sua origem antropogênica deve-se ao uso de fertilizantes, despejos domésticos, despejos industriais e excrementos de animais (SPERLING, 2005).

O nitrogênio é um elemento fundamental para o crescimento de algas, podendo conduzir a processos de eutrofização do corpo hídrico em algumas ocasiões. Nos processos bioquímicos de conversão da amônia a nitrito e deste a nitrato, tem-se o consumo de oxigênio dissolvido no meio, podendo prejudicar a biota local (SPERLING, 2005).

### 2.2.5 Fósforo

A presença do fósforo na água ocorre em função da presença de sólidos em suspensão e dos sólidos dissolvidos. A sua origem natural é devido à dissolução de compostos do solo e a decomposição da matéria orgânica, já a sua forma antropogênica é devido aos despejos domésticos, industriais, detergentes, excrementos de animais e uso de fertilizantes.

O fósforo é apresentado na água, essencialmente nas formas de ortofosfato, polifosfato e fosfato orgânico. Os ortofosfatos são diretamente disponíveis para o metabolismo biológico, sem a necessidade de conversão a formas mais simples. Os ortofosfatos mais detectados na água são o  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  e  $\text{H}_3\text{PO}_4^-$ . (SPERLING, 2005).

Assim como acontece com o nitrogênio, o fósforo é um elemento essencial ao crescimento de algas e elemento indispensável também para o crescimento dos microrganismos que estabilizam a matéria orgânica, podendo causar grande quantidade processo de eutrofização dos corpos d'água. (SPERLING, 2005).

### 2.2.6 Cloretos

O cloro é um agente bactericida, adicionado durante o tratamento da água com o objetivo de eliminar bactérias e outros microrganismos patogênicos que podem estar presentes na água (COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2010).

A eficiência do método de cloração está baseada na destruição das células bacterianas pela oxidação dos grupamentos sulfidríla livres (DEGRÉMONT, 1979).

A utilização de cloro na água possui como objetivos a desinfecção (destruição ou inativação dos organismos patogênicos ou outros organismos indesejáveis) e oxidação (alteração das características da água pela oxidação dos compostos orgânicos e inorgânicos nela existentes). Fatores como temperatura da água, pH, tempo de contato, grau de mistura, turbidez, presença de substâncias interferentes e concentração de cloro disponível determinam seu desempenho. Em geral, a

reatividade do cloro diminui com o aumento do pH e a velocidade de reação aumenta com a elevação da temperatura (MEYER, 1994).

A presença de cloretos numa concentração mais elevada que a encontrada nas águas naturais de uma região é indicação de poluição. Um excesso de cloretos é usualmente um sinal de perigo. Como os cloretos solúveis não são comumente afetados pelos processos biológicos, são reduzidos em concentrações principalmente por diluição (BABBITT, 1973).

A Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde exige que a água para consumo humano apresente concentrações iguais ou superiores a 0,2 mg/L de cloro residual livre, não excedendo 2mg/L em qualquer ponto do sistema de abastecimento.

### **2.2.7 Dureza**

Característica conferida à água, pela presença de sais alcalinos terrosos (cálcio, magnésio, e outros) e de alguns metais, em menor intensidade. Quando a dureza é devida aos sais bicarbonatos e carbonatos, denomina-se temporária, pois pode ser eliminada quase que totalmente pela efervescência; quando é devida a outros sais, denomina-se permanente. As águas duras podem incrustar nas tubulações em função de condições desfavoráveis de equilíbrio químico (NBR 9896/1993).

### **2.2.8 Demanda Química de Oxigênio**

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) é a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica em um corpo hídrico através de um agente químico (CETESB, 2008). Essa Demanda Química de Oxigênio é primordial nos estudos de descrição de efluentes industriais e de esgotos sanitários. A utilização conjunta da DQO e da DBO é interessante para observar a parcela biodegradável dos despejos (CETESB, 2008).

A DQO se baseia no evento de alguns compostos orgânicos serem oxidados por agentes químicos oxidantes considerados fortes, como o  $K_2Cr_2O_7$  (dicromato de potássio) em meio ácido, sendo o resultado final desta oxidação o dióxido de carbono



e água, ou seja, é a quantidade necessária de  $O_2$  para a oxidação da matéria orgânica através de um agente químico (SILVEIRA, 2007).

### **2.2.9 Oxigênio Dissolvido**

O oxigênio dissolvido (OD) é um bom indicativo da qualidade da água, sendo de especial relevância para os organismos aeróbios, um exemplo são os peixes que necessitam do oxigênio dissolvido na água para a sua sobrevivência (FUZINATTO, 2009).

Altas concentrações de OD indicam águas limpas, atingindo níveis pouco abaixo da concentração de saturação, já as baixas concentrações de oxigênio dissolvido são indícios de processos de oxidação de substâncias lançadas nos rios, essa baixa concentração pode ser um fator de poluição da água, devido ao seu consumo na decomposição de compostos orgânicos (FUZINATTO, 2009).

### **2.2.10 Ferro e Manganês**

Basicamente, o ferro pode se apresentar nas águas nos estados de oxidação  $Fe^{+2}$  e  $Fe^{+3}$ . O íon ferroso ( $Fe^{+2}$ ) é mais solúvel do que o férrico ( $Fe^{+3}$ ). Portanto, os inconvenientes que o ferro traz às águas devem ser atribuídos principalmente ao ferro “ferroso”, que, por ser mais solúvel, é mais frequente. Quando se pretende determinar apenas a fração solúvel, as amostras de água são filtradas antes de serem submetidas à determinação da concentração de ferro. Este parâmetro é denominado “ferro solúvel”. É também comum o uso da expressão “ferro coloidal”, pois as partículas de ferro podem apresentar tal comportamento na água (PIVELI, 1996).

O ferro constitui-se em padrão de potabilidade, tendo sido estabelecida à concentração limite de 0,3 mg/L na Portaria nº 2914/2011.

Segundo Piveli (1996), o comportamento do manganês nas águas é muito semelhante ao do ferro em seus aspectos os mais diversos, sendo que a sua ocorrência é mais rara. O manganês desenvolve coloração negra na água, podendo-se se apresentar nos estados de oxidação  $Mn^{+2}$  (forma mais solúvel) e  $Mn^{+4}$  (forma menos solúvel).

### 2.2.11 Flúor (Fluoretos)

A partir de 1974, a fluoretação das águas de abastecimento público tornou-se obrigatória no Brasil em municípios onde tenha Estação de Tratamento de Água (ETA). Essa medida é reconhecida como uma das mais importantes na Saúde Pública para prevenção de doenças de todos os tempos (MCNALLY E DOWNIE, 2000). O flúor é um elemento químico adicionado à água de abastecimento, durante o tratamento, devido à sua comprovada eficácia na proteção dos dentes contra a cárie (COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2010).

O flúor é um elemento químico importante no que se refere à saúde bucal, já que, quando em baixas concentrações na água distribuída à população, proporciona problema de aparecimento de cáries e, em excesso pode causar problema de flurose (desgaste do esmalte e manchas nos dentes). Nas águas naturais, já foi detectado na forma de fluoreto (F<sup>-</sup>) em níveis que alcançam até 50 mg L de F<sup>-</sup>, porém, valores acima de 10 mg L de F<sup>-</sup> são raros, estando a concentração normal até 1 mg L de F<sup>-</sup> (MACEDO, 2003).

Para que a fluoretação das águas de abastecimento público (FAAP) tenha máxima eficiência, os níveis de flúor devem estar dentro do chamado "nível ótimo" e de forma ininterrupta por longos períodos (TSUTSUI, YAGI, HOROWITZ, 2000).

## 2.3 CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DA ÁGUA

### 2.3.1 Coliformes

O grupo coliforme é constituído por um número de bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e *Enterobactéria*. Todas as bactérias coliformes são gram-negativas manchadas, de hastes não esporuladas que estão relacionadas com as fezes de animais de sangue quente e com o solo (CETESB, 2008).

Os coliformes fecais são bactérias que normalmente habitam no intestino dos animais superiores e a sua presença indica a possibilidade de contaminação da água por organismos patogênicos, porém nem toda água que contenha coliformes é

contaminada, existem os coliformes totais que tem a sua origem do solo e como tal, podem veicular doenças de transmissão hídrica (RICHTER e NETTO, 1991).

Os coliformes totais podem ser definidos como bastonetes Gram-negativos não esporogênicos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, que fazem o processo de fermentação da lactose com produção de gás, em 24 a 48 horas à temperatura de 35°C. Nesse grupo fazem parte cerca de 20 espécies, dentre as quais são encontradas tanto bactérias originárias do trato gastrointestinal de humanos e outros animais homeotérmicos, como diversas espécies de bactérias não entéricas (SILVA et al, 2005).

A presença de coliformes totais em recursos hídricos deve ser interpretada de acordo com o tipo de água. Naquela que sofreu desinfecção, os coliformes totais devem estar ausentes (REGO, BARROS E DOS SANTOS, 2010).

A definição da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microrganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifoide, febre paratifoide, disenteria bacilar e cólera (CETESB, 2008).

### **2.3.2 Bactérias heterotróficas**

Bactérias heterotróficas são definidas como microrganismos que requerem carbono orgânico como fonte de nutrientes para seu crescimento e para a síntese de material celular (BRASIL, 2005).

A maioria das bactérias heterotróficas não são patogênicas, entretanto alguns membros desse grupo, incluindo *Legionella* spp, *Micobacterium* spp, *Pseudomonas* spp, *Aeromonas* spp, podem ser patógenos oportunistas (QUIROZ, 2002).

A presença dessas bactérias também pode indicar uma deterioração na qualidade da água de consumo ou um processo de desinfecção inadequado no sistema de produção (NASCIMENTO et al., 2000).

Conforme dias (2008), é importante que sua população dessas bactérias heterotróficas sejam mantidas sob controle mesmo que a maioria da microbiota natural da água não seja considerada patogênica, pois o aumento da população dessas bactérias na água podem causar riscos à saúde do consumidor.

A contagem padrão de bactérias heterotróficas não deve exceder a 500 (UFC/ml) (Brasil, 2005)

## 2.4 TIPOS DE RESERVATÓRIOS DE ÁGUA QUANTO AO MATERIAL

### 2.4.1 Fibrocimento ou Cimento – Amianto

A união da fibra do amianto com o cimento forma uma rede resistente e compacta que se molda em diversas formas: retangular, redonda ou cilíndrica. As vantagens apontadas pelos fabricantes estão o baixo custo, durabilidade e isolamento de luminosidade, além de permitir a instalação dentro e fora da casa. As capacidades variam de 250 a 1.000 litros (REVISTA ARQUITETURA & CONSTRUÇÃO, 95).

Entre todas as opções é a pior escolha, sendo um produto pouco resistente a impactos, baixa durabilidade e transmite para a água substâncias que prejudicam a saúde dos indivíduos que consomem a água (RODRIGUES, 2004).

### 2.4.2 Plástico Polietileno

Os reservatórios fabricados em polietileno destacam-se por serem leves, facilitando o transporte e armazenagem, atóxicos e duráveis, mas é importante que a resistência mecânica seja garantida, para não comprometer a vida útil do material. Por possuírem o interior em cores claras e parede interna lisa, as eventuais sujeiras que se incrustarem na superfície interna podem ser facilmente identificadas e removidas (LEAL, 2003).

Mais leve que o fibrocimento, Porém sua durabilidade diminui quando exposto às intempéries. Alguns modelos recebem um aditivo para torná-los mais resistentes aos raios solares. Suporta água em temperaturas de até 50°C. As capacidades são de 310, 500 e 1.000 litros (REVISTA ARQUITETURA & CONSTRUÇÃO, 1995).

O polietileno é quimicamente inerte e é obtido pela polimerização do etileno, de onde se deriva seu nome, sendo um dos tipos de plástico mais barato e mais comum, possuindo uma alta produção mundial (BIAZIN & FORTE, 2010).

### 2.4.3 Plástico Polipropileno

Caracteriza-se por ser atóxico e leve. É um plástico mais delicado que o polietileno. Para ser usado como reservatório deve ser do tipo alto impacto, ou seja, receber um aditivo para torná-lo mais resistente. Pode ser utilizado para água quente, desde que seja instalado em lugar fechado. As capacidades são de 350, 475 e 1.000 litros (REVISTA ARQUITETURA & CONSTRUÇÃO, 1995).

#### **2.4.3 Fibra de Vidro**

A fibra de vidro é o material mais resistente aos efeitos do tempo e, devido sua estrutura, permite a fabricação de grandes reservatórios bastante leves, o que facilita sua instalação. Para facilitar a higiene, suas paredes são lisas e possuem camada protetora de raios ultravioleta, evitando que a incidência de luz e o acúmulo de sujeira e organismos, principalmente algas, interfiram no produto armazenado. Entretanto, esse filtro solar não impede que a água se aqueça caso a caixa esteja exposta ao sol. Em ambientes externos, é necessário a amarração do reservatório e das tampas (LEAL, 2003).

Os reservatórios fabricados com o emprego desse tipo de material construtivo permitem uma ampla flexibilidade de projetos, possibilitando a moldagem de peças complexas, grandes ou pequenas, sem emendas e com grande valor funcional e estético, sem juntas, parafusos ou rebites (BIAZIN & FORTE, 2010).

#### **2.4.5 Concreto Armado**

O material de construção concreto é composto por uma mistura íntima de água, cimentos e agregado graúdo (pedra) e agregado miúdo (areia), podendo conter aditivos e adições. O principal objetivo de se utilizar os agregados nessa mistura é diminuir o valor do produto final, pela redução da quantidade de cimento, já que este é um material relativamente caro. A utilização do concreto sozinho como elemento estrutural não é adequado, pois esse possui uma baixa resistência a tração quando comparada com a sua resistência à compressão, geralmente apresentando resistência à tração inferior a 10% de sua resistência à compressão. Conseqüentemente, a associação do concreto com o material aço, que deve ser

aplicado na região tracionada da peça, se torna imprescindível, para que ela consiga resistir aos esforços solicitantes (BIAZIN & FORTE, 2010).

Basicamente, a grande desvantagem do concreto armado é seu peso próprio, da ordem de 2,5 t/m<sup>3</sup> para o concreto normal, conseguindo-se chegar a valores compreendidos entre 1,2 e 2,0 t/m<sup>3</sup> para o concreto leve estrutural. A utilização deste último no Brasil é atualmente pequena, dado o custo elevado do agregado especial utilizado, se comparado com aquele da brita comum, isto aliado ao fato de só trazer repercussões maiores de ordem econômica para estruturas especiais de grande vão ou para pré-fabricados (quanto mais leves, mais fácil e barata a montagem) (CLARO, 2012).

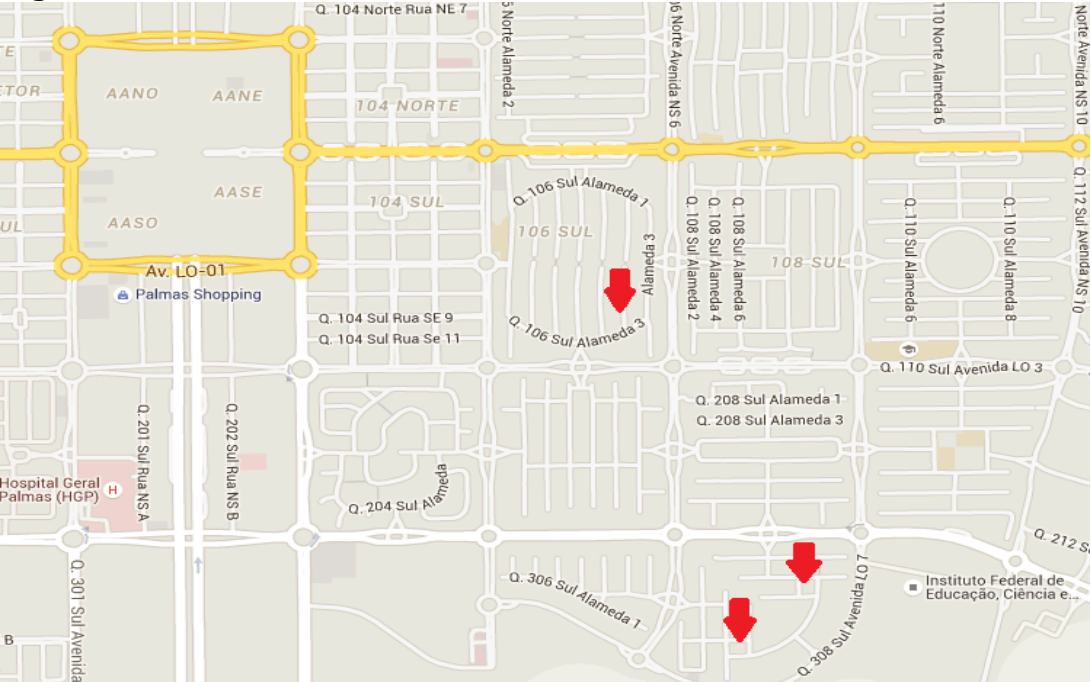
#### **2.4.6 Aço Inoxidável**

É um material resistente à corrosão da água, alta durabilidade, resistente a impactos e não trinca. Mas cuidados na instalação são necessários para evitar o contato entre a caixa d'água e metais que provocam riscos profundos que produzem corrosão (RODRIGUES, 2004).

O material não libera substâncias corrosivas, tem alta durabilidade e suas paredes lisas não acumulam sujeira, o que o torna muito eficiente para este uso. O material utilizado normalmente é o aço inox 304, capaz de suportar altos índices de poluição. Uma desvantagem é o preço, o mais caro do mercado. As capacidades são de 500, 1.000, 1.700, 3.000 e 5.000 litros (Revista Arquitetura & Construção, 95).



Figura 2 - Pontos de coleta realizados no Plano Diretor Sul.



FONTE: GOOGLE EARTH

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA LOCALIDADE

Na Tabela 1 abaixo, constam os endereços das seis residências escolhidas para o estudo conforme ordem de coleta.

Tabela 1: Endereços conforme ordem de coleta.

RESERVATÓRIOS	ENDEREÇOS DAS RESIDÊNCIAS
PONTO 1	Rua 05, Qd 31, Lote 06A –Jardim Sta. Bárbara
PONTO 2	Rua 05, Qd 31, Lote 07A –Jardim Sta. Bárbara
PONTO 3	Rua 05, Qd 31, Lote 12A –Jardim Sta. Bárbara
PONTO 4	106 Sul, Alameda 24, Lote 05
PONTO 5	308 Sul, Alameda 13, Lote 05
PONTO 6	308 Sul, Alameda 01, Lote 50

Por meio de diálogo com os moradores das residências mencionadas na Tabela 1, obtivemos algumas informações sobre os reservatórios.



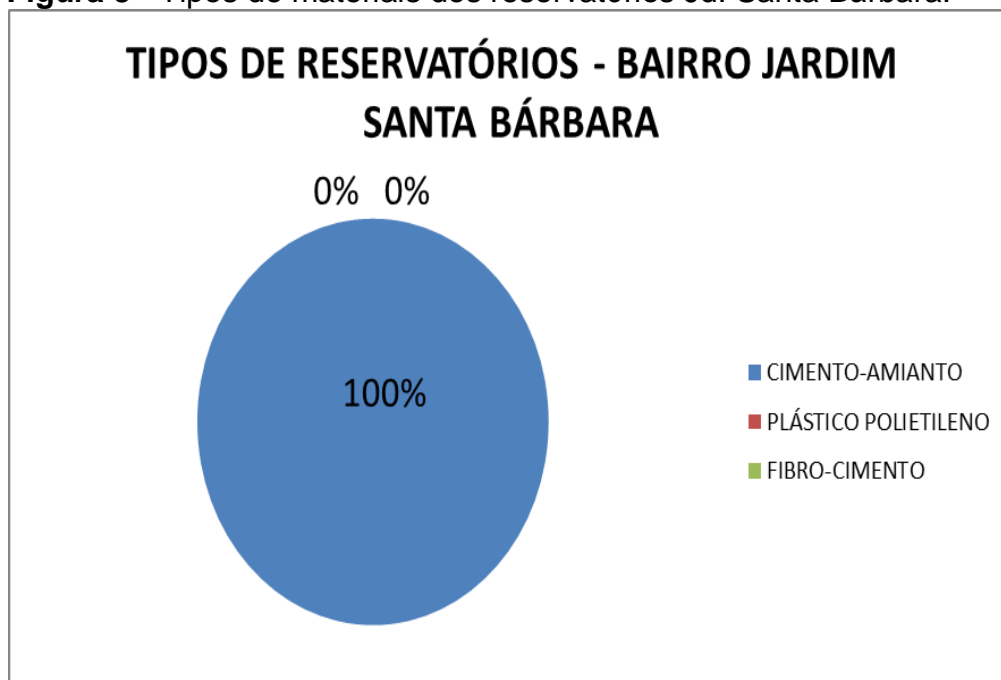
As características dos reservatórios domiciliares são apresentadas na Tabela 2.

**Tabela 2:** Características dos reservatórios domésticos.

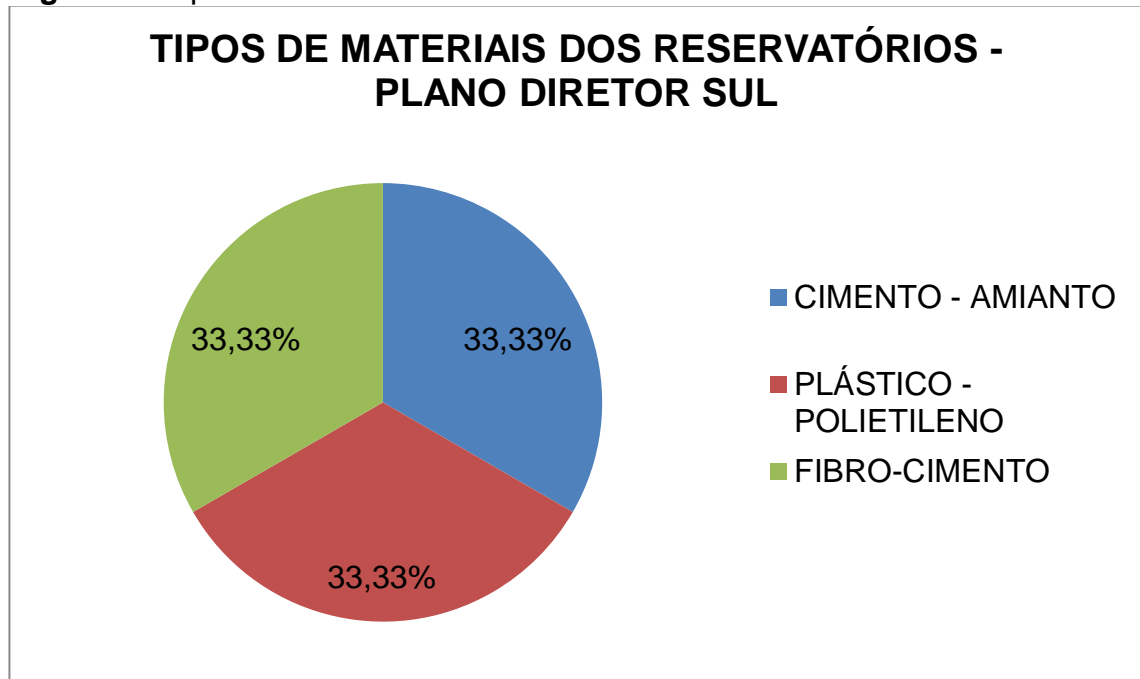
RESERVA TÓRIO	TIPO DE MATERIAL	LOCALIZAÇÃO	PERÍODO DA ÚLTIMA LAVAGEM
PONTO 1	Fibro-cimento	Dentro da residência	< de 1 ano
PONTO 2	Fibro-cimento	Fora da residência	< de 2 anos
PONTO 3	Cimento - amianto	Fora da residência	entre 3 e 5 anos
PONTO 4	Plástico - polietileno	Fora da residência	< de 1 ano
PONTO 5	Cimento - amianto	Fora da residência	< de 1 ano
PONTO 6	Fibro-cimento	Fora da residência	< de 2 ano

Nas figuras 3 e 4, observamos os gráficos de incidência dos diferentes tipos de reservatórios no que se refere ao seu tipo de matéria.

**Figura 3 -** Tipos de materiais dos reservatórios Jd. Santa Bárbara.

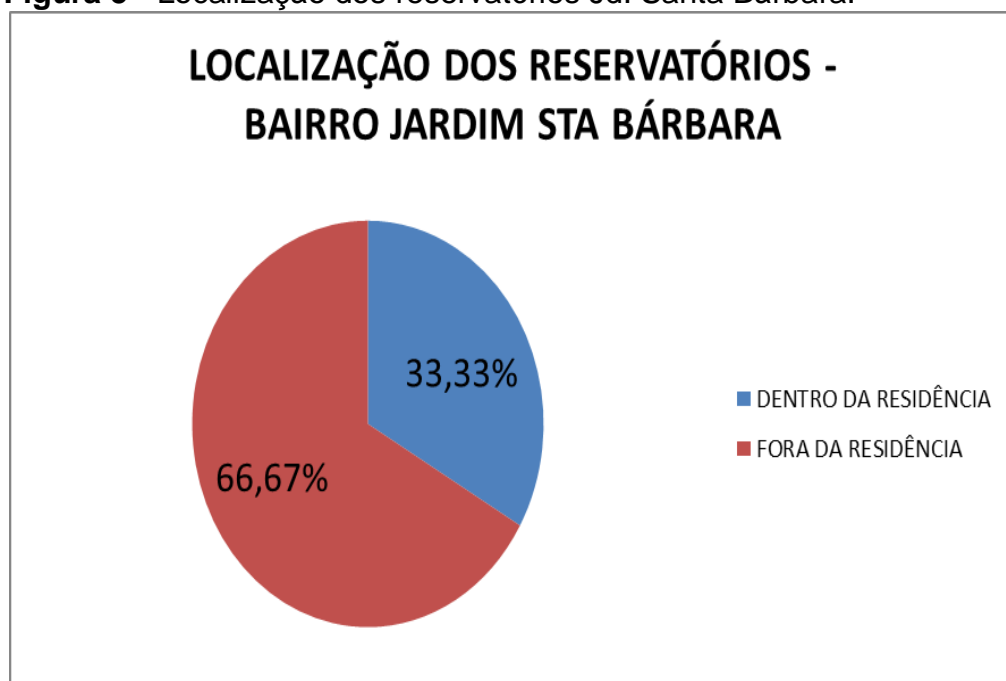


**Figura 4 -** Tipo dos materiais dos reservatórios Plano Diretor Sul.

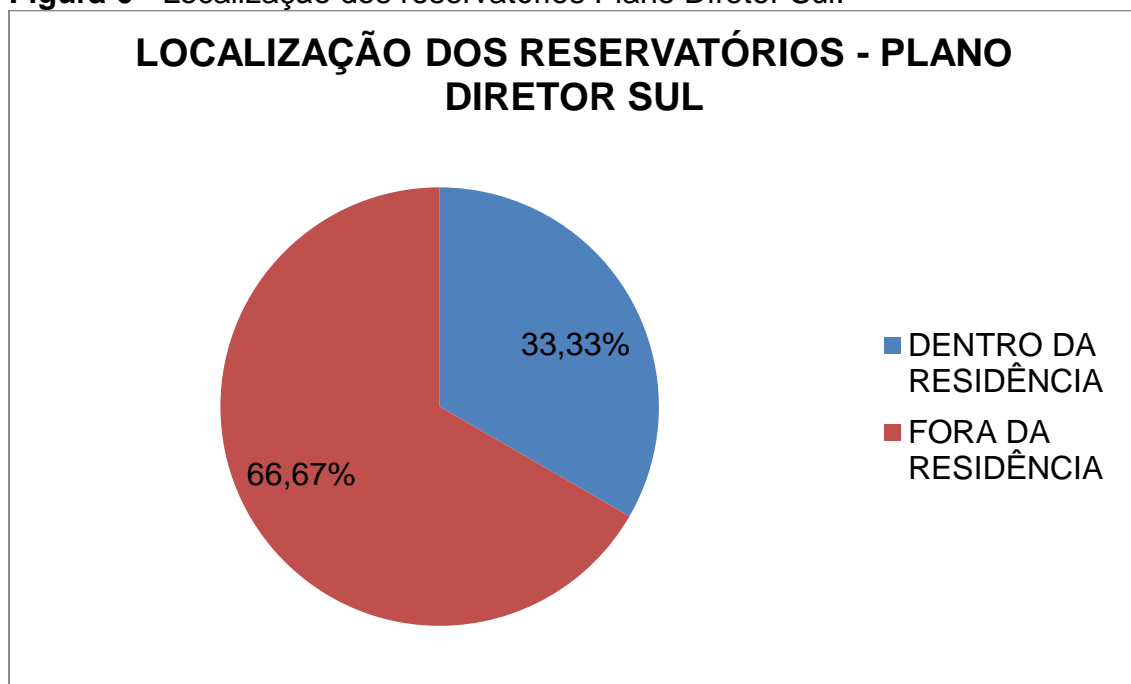


Nas figuras 5 e 6, observamos os gráficos de localização dos reservatórios nas residências analisadas.

**Figura 5 -** Localização dos reservatórios Jd. Santa Bárbara.

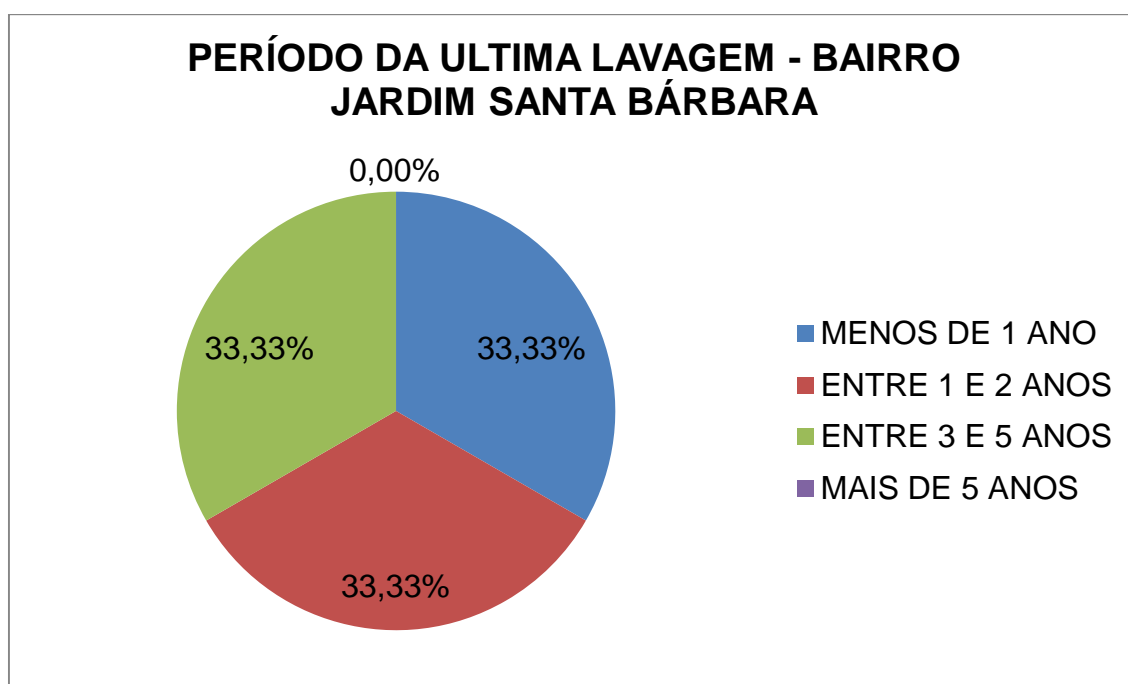


**Figura 6** - Localização dos reservatórios Plano Diretor Sul.

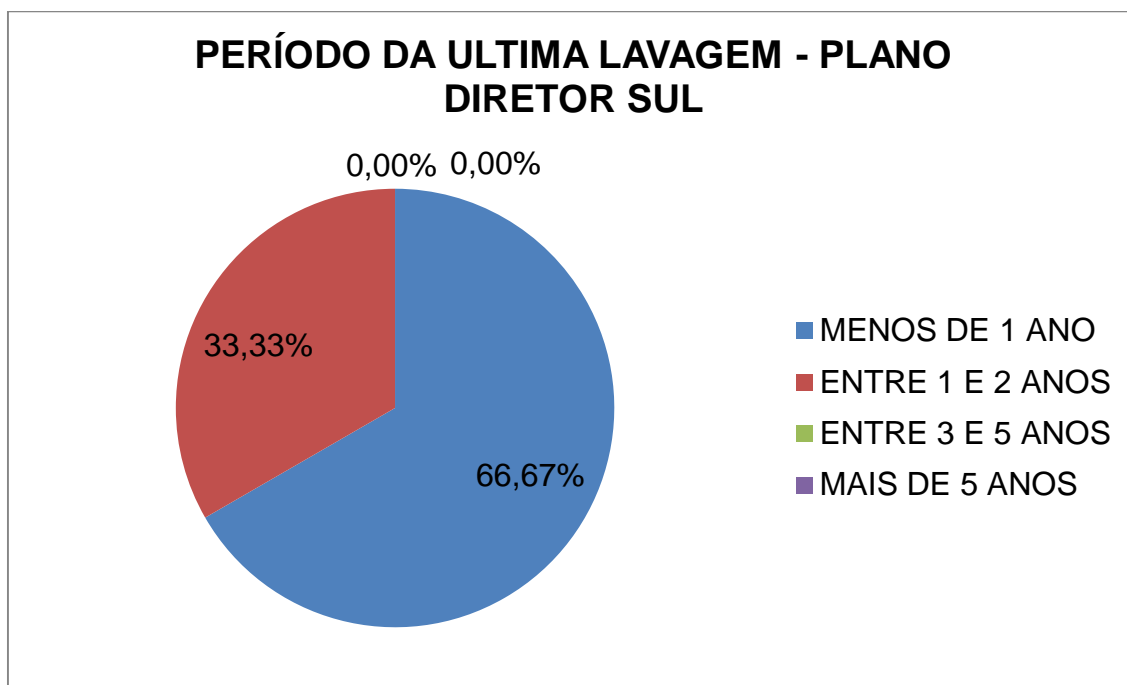


Nas figuras 7 e 8, observamos os gráficos do período em que foi feita a última lavagem nos reservatórios analisados.

**Figura 7** - Período da última lavagem dos reservatórios analisados no Jd. Santa Bárbara.



**Figura 8** - Período da última lavagem dos reservatórios analisados no Plano Diretor Sul.



### 2.3 CARACTERIZAÇÃO DOS TIPOS DE RESERVATÓRIOS

Na área estudada foram encontrados diferentes tipos de reservatórios domésticos que são apresentados nas Figuras 9 a 14.

**Figura 9** - Reservatório domiciliar de cimento-amianto no Ponto 1.



**Figura 10** - Reservatório domiciliar de cimento-amianto no Ponto 2.



**Figura 11** - Reservatório domiciliar de cimento-amianto no Ponto 3.



**Figura 12** - Reservatório domiciliar de cimento-amianto no Ponto 4.





**Figura 13** - Reservatório domiciliar de cimento-amianto no Ponto 5.



**Figura 14** - Reservatório domiciliar de cimento-amianto no Ponto 6



## 2.4 LEVANTAMENTO DOS DADOS

A fim de avaliar as qualidades físico-químicas e microbiológicas das águas dos reservatórios do Plano Diretor Sul e do Bairro Jardim Santa Bárbara, foram coletadas amostras nos dias 18, 23 e 25 de fevereiro de 2016, em seis residências selecionadas aleatoriamente para não prejudicar a qualidade da pesquisa.

As coletas foram realizadas com o acompanhamento de dois técnicos em laboratório, sendo as amostras coletadas em torneiras ligadas diretamente ao reservatório. Foram coletadas duas amostras por ponto amostral, sendo um para análise físico-química e outro para análise microbiológica, totalizando ao fim dos 3 dias de coletas, 36 amostras.

Após o fim de cada dia de coleta, as amostras foram encaminhadas ao laboratório do Instituto Federal do Tocantins – IFTO em Palmas-TO.

Foram obtidas informações sobre os hábitos de manuseio da água pelos moradores, e analisados fatores como a utilização de filtro, tipos de reservatórios, existência de fechamento adequado e frequência de higienização no mesmo.

### 2.4.1 Procedimento de coleta das amostras nas residências

As coletas de água para análises foram feitas em dois recipientes, um de 500 mL para os ensaios físico-químicos e outro de 100 mL para os ensaios microbiológicos, esses que detiveram maior atenção e cuidado no manuseio, sendo todos os recipientes devidamente enumerados.

As coletas foram feitas em torneiras próximas ao reservatório, desprezando-se os primeiros 5 minutos de água, visando minimizar a interferência das tubulações hidráulicas na qualidade da água. Após as coletas, as amostras foram armazenadas em uma caixa de isopor com gelo e transportadas ao laboratório de águas do Instituto Federal do Tocantins – IFTO para análise.

Nas Figuras de 15 a 20 pode-se verificar os pontos de coleta das amostras.



**Figura 15** - Coleta de amostra no Ponto 1.



**Figura 16** - Coleta de amostra no Ponto 2.



**Figura 17** - Coleta de amostra no Ponto 3.



**Figura 18** - Coleta de amostra no Ponto 4.





**Figura 19** - Coleta de amostra no Ponto 5.



**Figura 20** - Coleta de amostra no Ponto 6.



### 2.4.2 Metodologia das análises

As análises físico-químicas e microbiológicas foram feitas de acordo com a disponibilidade de equipamentos do Instituto Federal do Tocantins – IFTO, seguindo os procedimentos estabelecidos no Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005).

Após a obtenção dos resultados dos parâmetros químicos, físicos e biológicos, foi feito um estudo espacial, representado em gráficos, onde se calculou para cada parâmetro das amostras a média amostral e o erro amostral dentro do nível de confiabilidade de 95% através da fórmula:

$$\mu = \overline{X} \pm z \cdot \frac{S_x}{\sqrt{n}} \quad (1)$$

Após os cálculos obtivemos a média amostral menos o erro, e a média amostral mais o erro.

$$\bar{x} - e \leq \mu \leq \bar{x} + e \quad \text{ou} \quad \mu = \bar{x} \pm e \quad (2)$$

O nível de confiabilidade é uma faixa de possíveis valores em torno da média amostral, e a probabilidade de que esta faixa realmente contenha o valor real da média da população, o Intervalo de confiança terá uma certa probabilidade chamada de nível de confiança (simbolizada por  $1 - \alpha$ ) de conter a média da população.

#### 2.4.2.1 pH

O equipamento usado para medir o valor do pH é o pHmetro de bancada, valor esse que foi medido imediatamente após a coleta (APHA, 2005).

#### 2.4.2.2 Temperatura

A temperatura das amostras foi medida “in situ” através de termômetro de mercúrio (0-100°C) (APHA, 2005).

#### *2.4.2.3 Turbidez*

O método utilizado na turbidez de uma amostra de água consiste na comparação da luz refletida pela amostra com a luz refletida por uma solução padrão de referência ( suspensão de formazinha a 1ppm), sendo o processo denominado nefelométrico. Quando maior a intensidade da luz refletida, maior a turbidez (APHA, 2005).

#### *2.4.2.4 Sólidos*

Uma forma de distinguir os sólidos presentes na amostra de água, são separando-os por tamanho (diâmetro) de partícula do material solido total. É denominada “solos sedimentares” a parte dos sólidos que sedimenta quando mantida em cone de imhoff após uma hora; em filtro “sólidos dissolvidos totais” (SDT) a parte que não é retida e “sólidos em suspensão totais” (SST), a que ficou retida (APHA, 2005).

#### *2.4.2.5 Cloretos*

O método utilizado consistiu na titulação da amostra contendo cloretos com a solução padrão de nitrato de prata, na presença do indicador cromato de potássio (APHA, 1995).

#### *2.4.2.6 Alcalinidade*

Alcalinidade: capacidade de as águas neutralizarem compostos ácidos (NBR 9896/1993). Os constituintes da alcalinidade serão diferentes a depender do pH. Quando o pH está entre 4,4 e 8,3 o constituinte será apenas bicarbonato (VON SPERLING, 2005).

#### *2.4.2.7 Coliformes*

Para quantificar os coliformes tolerantes utilizou-se o método do cromogênico (substrato de Colilert), que determina o número mais provável (NMP) de *Escherichia coli* em 100 mL de amostra. Essa bactéria é considerada a mais representativa da contaminação fecal dentro do grupo de coliformes fecais (OMS, 1995).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A avaliação da qualidade da água para o consumo armazenadas nos reservatórios domésticos de regiões socialmente distintas de Palmas, baseou-se na comparação das amostras de água coletadas nas seis residências e os Limites definidos pela portaria de nº 2914/2011 do Ministério da Saúde. Na tabela 3 estão apresentados esses limites impostos pelo Ministério da Saúde para os parâmetros indicadores da qualidade da água.

**Tabela 3:** Limites definidos pela Portaria n. 2914/2011.

<b>Parâmetros de qualidade da água analisados</b>	<b>Limites definidos pela Portaria n. 2914/2011</b>
pH	6 a 9,5
Turbidez	< 5 NTU
Sólidos	< 1000 mg/l
Cloretos	< 250 mg/l
Coliforme total	Ausente
<i>Escherichia coli</i>	Ausente

A seguir são apresentados os valores obtidos nas análises de laboratório para os parâmetros de qualidade característicos das amostras coletadas.

**Tabela 4:** Resultados analíticos das amostras Bairro jardim Sta. Bárbara no dia 18/02/2016.

<b>Parâmetros</b>	<b>Unidade</b>	<b>VMP</b>	<b>Ponto 1</b>	<b>Ponto 2</b>	<b>Ponto 3</b>
pH	-	6 a 9,5	7,19	7,82	8,12
Temperatura	°C		29,38	29,9	29,7
Turbidez	NTU	5	0,91	0,48	0,57
Sólidos	mg/L	<1000	63,6	66	66
Alcalinidade	mgCaCO <sub>3</sub> /L		17,4	17,4	18,56
Cloretos	mg/L	<250	20,38	20,87	18,39
Coliforme total	100 mL	Ausente	Ausente	Ausente	Presente
<i>E. coli</i>	100 mL	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

**Tabela 5:** Resultados analíticos das amostras Plano Diretor Sul no dia 18/02/2016.

Parâmetros	Unidade	VMP	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
pH	-	6 a 9,5	8,73	8,74	8,71
Temperatura	°C		30,6	30,5	32,4
Turbidez	NTU	5	0,4	0,37	0,32
Sólidos	mg/L	<1000	63	70	56
Alcalinidade	mgcaco3/L		17,4	17,4	19,72
Cloretos	mg/L	<250	23,85	22,36	24,85
Coliforme total	100 mL	Ausente	Ausente	Ausente	Presente
<i>E. coli</i>	100 mL	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

**Tabela 6:** Resultados analíticos das amostras Bairro Jardim Sta. Bárbara no dia 23/02/2016.

Parâmetros	Unidade	VMP	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
pH	-	6 a 9,5	8,27	8,39	8,24
Temperatura	°C		30,1	30,5	30,3
Turbidez	NTU	5	0,27	0,48	0,33
Sólidos	mg/L	<1000	64	55	51
Alcalinidade	mgcaco3/L		17,4	17,4	17,4
Cloretos	mg/L	<250	19,38	21,37	20,87
Coliforme total	100 mL	Ausente	Ausente	Ausente	Presente
<i>E. coli</i>	100 mL	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente



**Tabela 7:** Resultados analíticos das amostras Plano Diretor Sul no dia 23/02/2016.

Parâmetros	Unidade	VMP	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
<b>pH</b>	-	6 a 9,5	8,53	8,06	8,74
<b>Temperatura</b>	°C		30,3	30,2	30,4
<b>Turbidez</b>	NTU	5	0,28	0,21	0,68
<b>Sólidos</b>	mg/L	<1000	52	49	58
<b>Alcalinidade</b>	mgcaco3/L		25,52	22,04	17,4
<b>Cloretos</b>	mg/L	<250	17,39	17,39	16,4
<b>Coliforme total</b>	100 mL	Ausente	Ausente	Ausente	Presente
<b><i>E. coli</i></b>	100 mL	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

**Tabela 8:** Resultados analíticos das amostras Bairro Jardim Sta Bárbara no dia 25/02/2016.

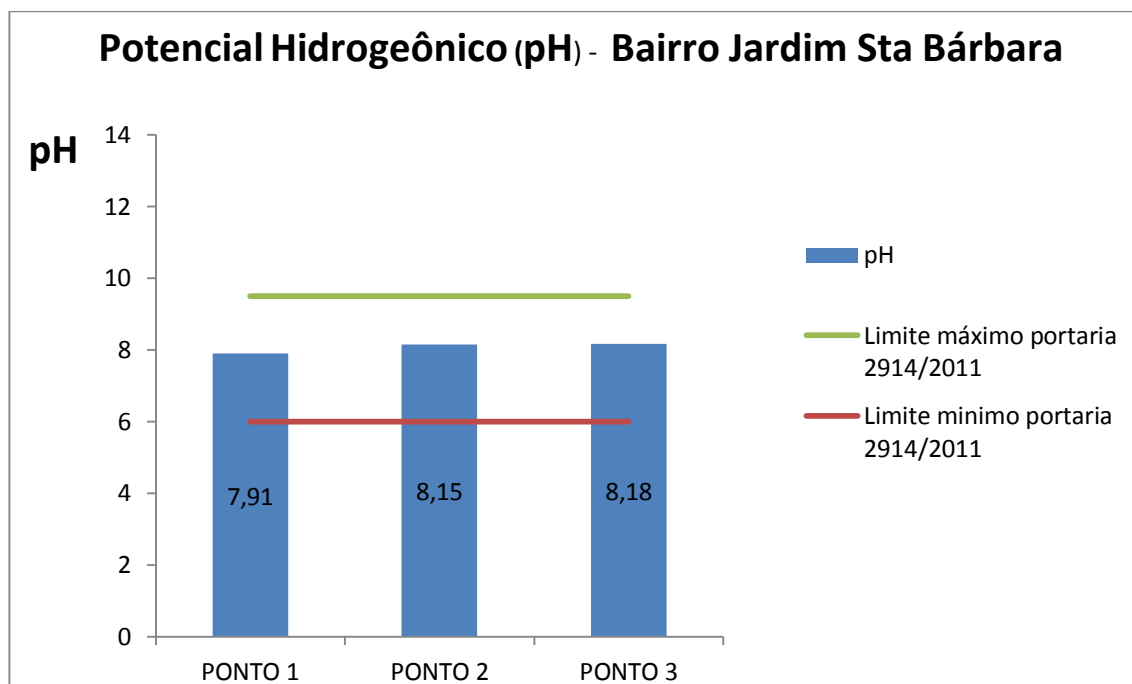
Parâmetros	Unidade	VMP	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
<b>pH</b>	-	6 a 9,5	8,26	8,25	8,19
<b>Temperatura</b>	°C		28,2	28,3	28,2
<b>Turbidez</b>	NTU	5	0,26	0,26	0,18
<b>Sólidos</b>	mg/L	<1000	93	95	85
<b>Alcalinidade</b>	mgcaco3/L		25,52	22,04	17,4
<b>Cloretos</b>	mg/L	<250	17,39	17,39	16,4
<b>Coliforme total</b>	100 mL	Ausente	Ausente	Ausente	Presente
<b><i>E. coli</i></b>	100 mL	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

**Tabela 9:** Resultados analíticos das amostras Plano Diretor Sul no dia 25/02/2016.

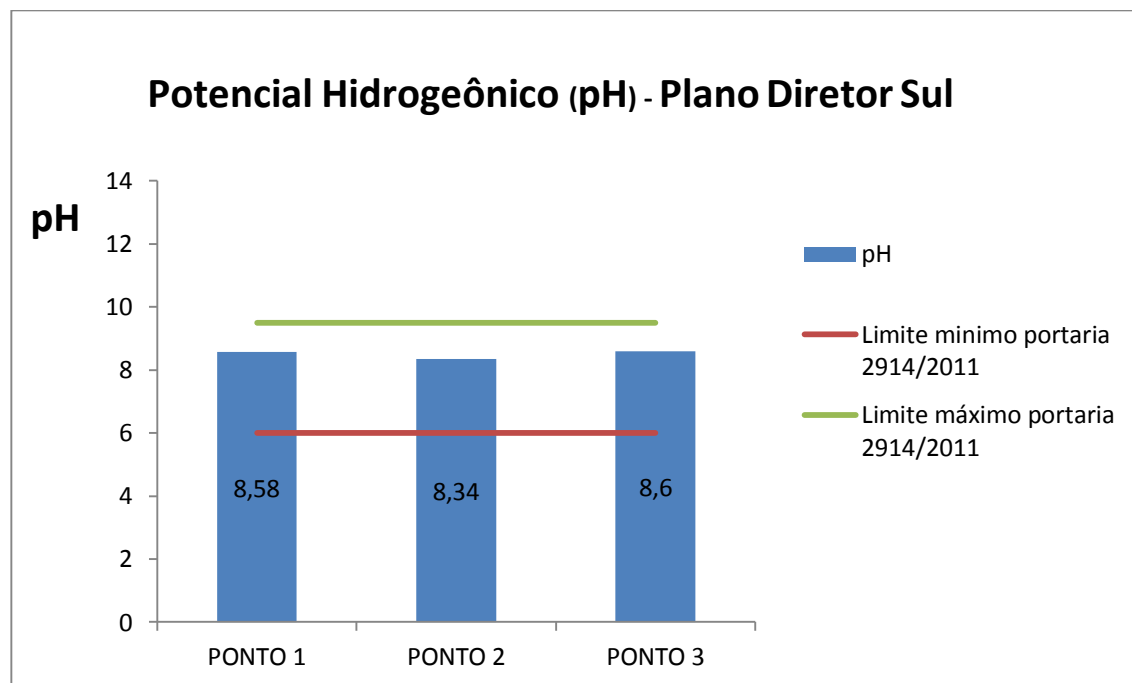
Parâmetros	Unidade	VMP	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
<b>pH</b>	-	6 a 9,5	8,48	8,22	8,36
<b>Temperatura</b>	°C		28,5	28,3	28,7
<b>Turbidez</b>	NTU	5	0,21	0,2	0,19
<b>Sólidos</b>	mg/L	<1000	96	85	73
<b>Alcalinidade</b>	mgCaCO <sub>3</sub> /L		18,38	17,39	17,39
<b>Cloretos</b>	mg/L	<250	18,38	17,39	17,39
<b>Coliforme total</b>	100 mL	Ausente	Ausente	Ausente	Presente
<b><i>E. coli</i></b>	100 mL	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

Analisando os parâmetros das amostragens em todos os pontos de coleta o pH está dentro dos padrões estabelecidos pela Portaria n. 2914 do MS (BRASIL, 2011), acima do valor mínimo de 6,0 e abaixo do máximo valor permitido de 9,5 conforme o gráfico contido na figura 21. A alteração do pH poderia ter sido influenciada pela quantidade de matérias orgânicas decompostas, ou seja, quanto maior a quantidade de matéria orgânica disponível, menor o pH, uma vez que muitas substâncias ácidas como o ácido húmico são produzidas para que haja a decomposição desses materiais (FARIAS, 2006). O pH pode ser considerado como uma das variáveis ambientais mais importantes, e é uma das mais difíceis de interpretar. Tal complexidade é resultante dos inúmeros fatores que podem influenciá-lo, podendo estar relacionado a fontes de poluição difusa (MESSIAS, 2008).

**Figura 21** - Resultado das análises no parâmetro pH – Bairro Jardim Sta. Bárbara.



**Figura 22** - Resultado das análises no parâmetro pH – Plano Diretor Sul.

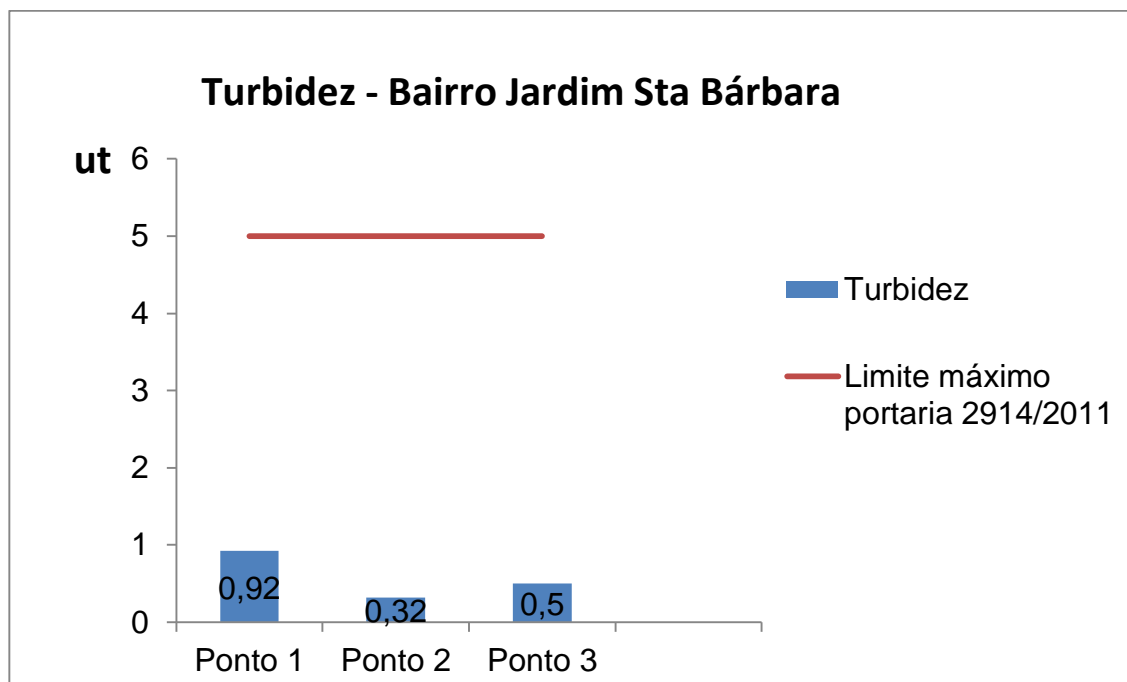


Na Portaria nº 2914/2011- MS (BRASIL, 2011) é estipulado o valor máximo de 5,0 uT (unidade Jackson ou nefelométrica de turbidez) para a água de consumo

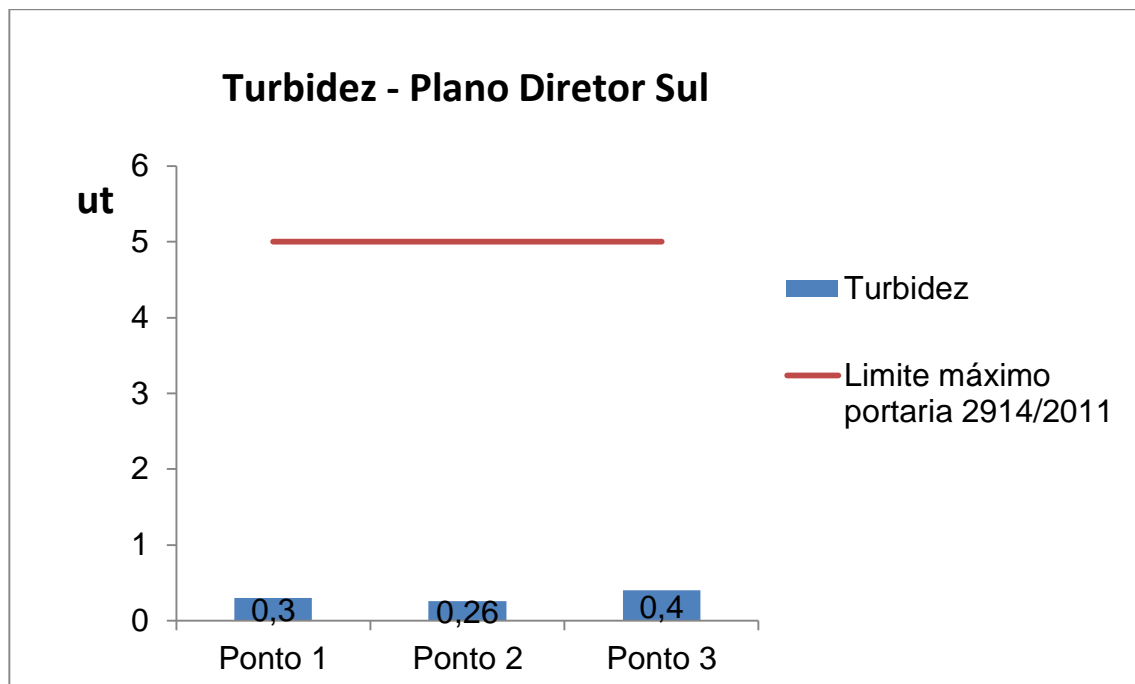
humano, os resultados descritos nos gráficos contidos nas figuras 23 e 24, mostram que as amostras coletadas estão dentro dos padrões de potabilidade.

Segundo Battalha & Parlatore e Chinen, 1993, a presença da turbidez acima dos valores considerados ideais, pelo padrão de potabilidade, indica a presença de substâncias em suspensão, fato certamente resultante de armazenamento incorreto da água. Outro aspecto a ser considerado é que a turbidez também pode reduzir a eficiência da cloração, pela proteção física que pode propiciar aos microrganismos evitando contato direto com os desinfetantes, além de transportar matérias orgânicas capazes de causar sabor e odor indesejáveis.

**Figura 23** - Turbidez - Bairro Jardim Sta. Bárbara.

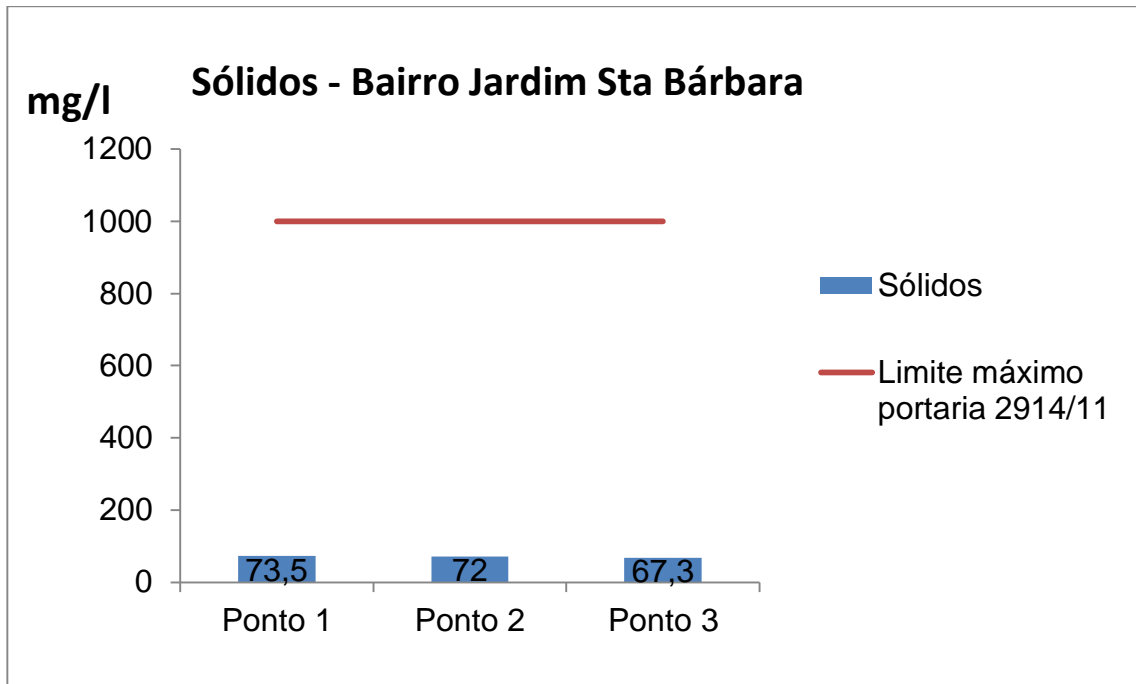
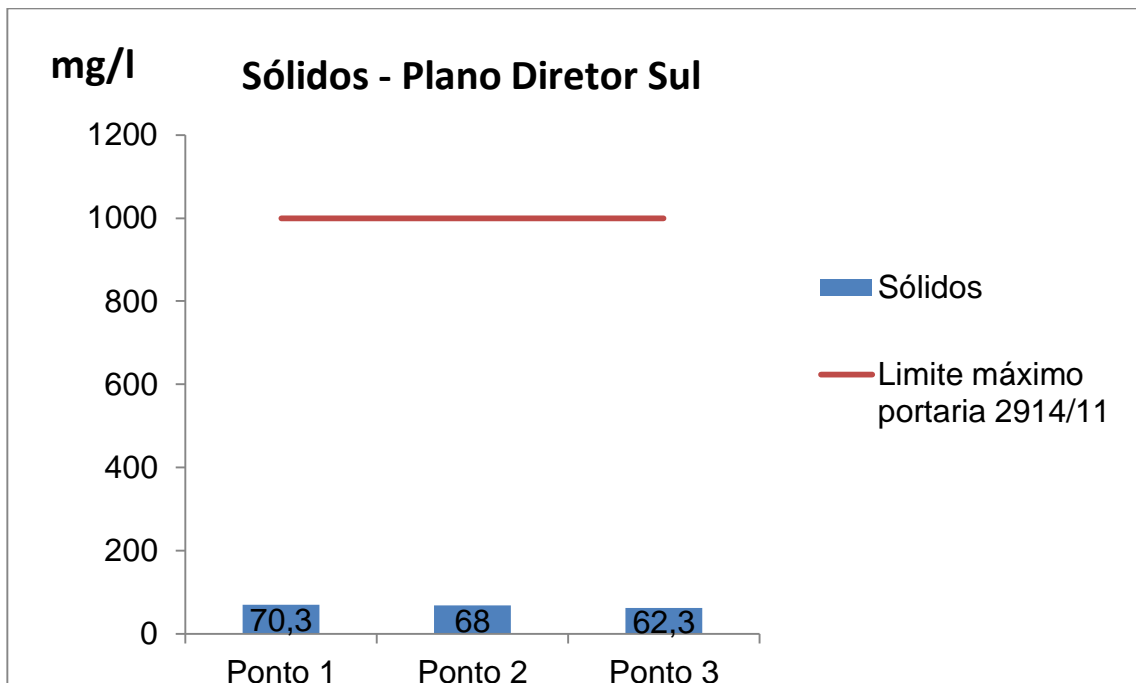


**Figura 24 - Turbidez - Plano Diretor Sul.**



Os sólidos dos seis pontos amostrais também estão dentro dos padrões estabelecidos pela Portaria n. 2914 do Ministério da saúde de 2011, que estabelece o limite de 1000 mg por litro de água.

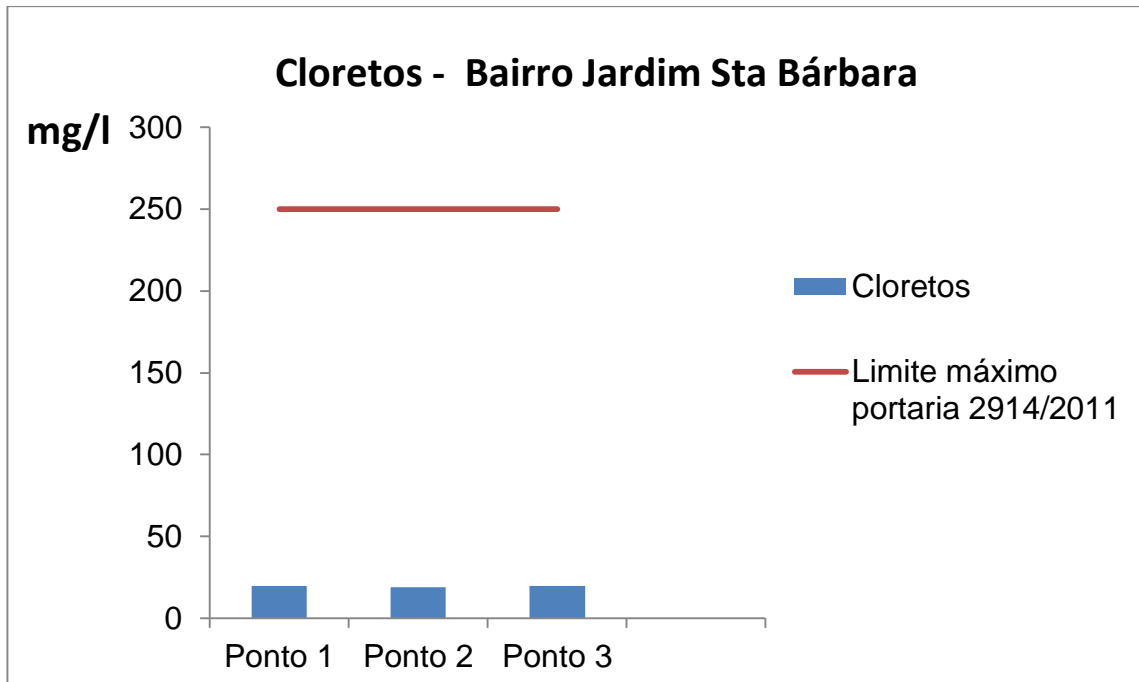
A alta concentração de sólidos na água está associada à presença de íons e substâncias orgânicas em suspensão e que podem atingir o reservatório devido a processos de lixiviação (MATOS, 2012).

**Figura 25 - Sólidos - Bairro Jardim Sta. Bárbara.****Figura 26 - Sólidos - Plano Diretor Sul.**

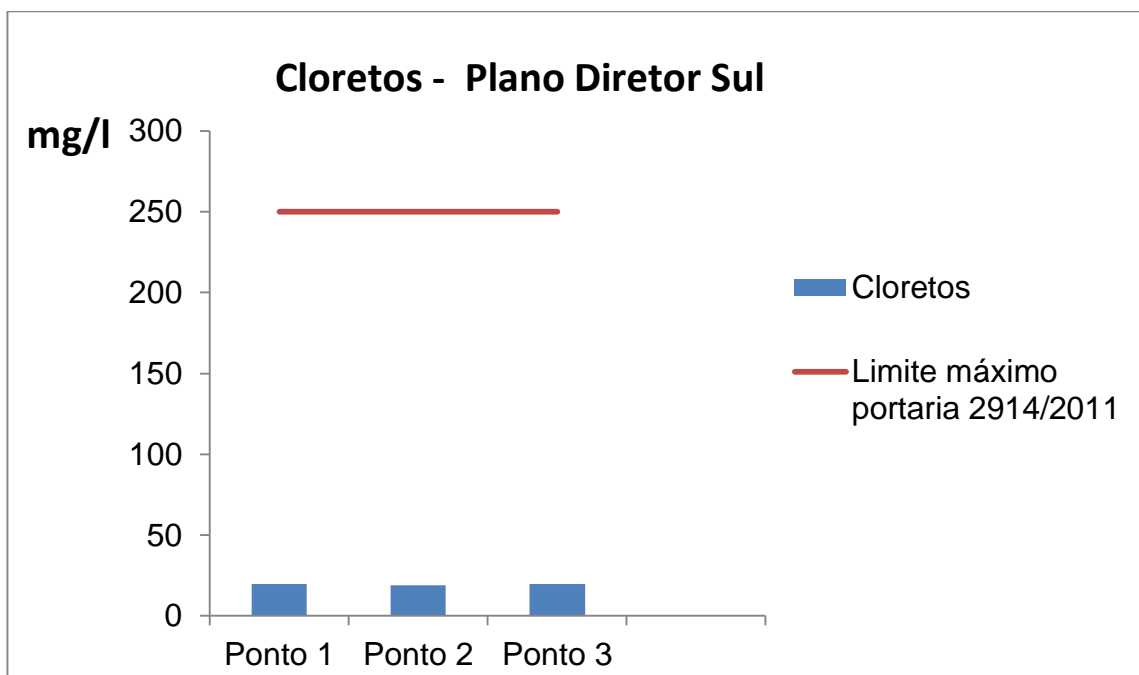
Os cloretos dos pontos analisados estão dentro dos padrões de potabilidade. O cloro é um produto químico altamente tóxico e venenoso ao ser humano, utilizado para remoção de resíduos de graxa e óleos, fungos, mofos e lodos; ainda, utilizado

para a eliminação de bactérias, vírus e germes. Segundo ministério da saúde pela Portaria n. 2914 de 2011 o limite do composto é de 250mg/L, Níveis acima do permitido na água ingerida pode ter efeito laxativo e ainda destruição do equilíbrio natural das bactérias benéficas da nossa pele.

**Figura 27** - Cloretos - Bairro Jardim Sta. Bárbara.



**Figura 28** - Cloretos - Plano Diretor Sul.

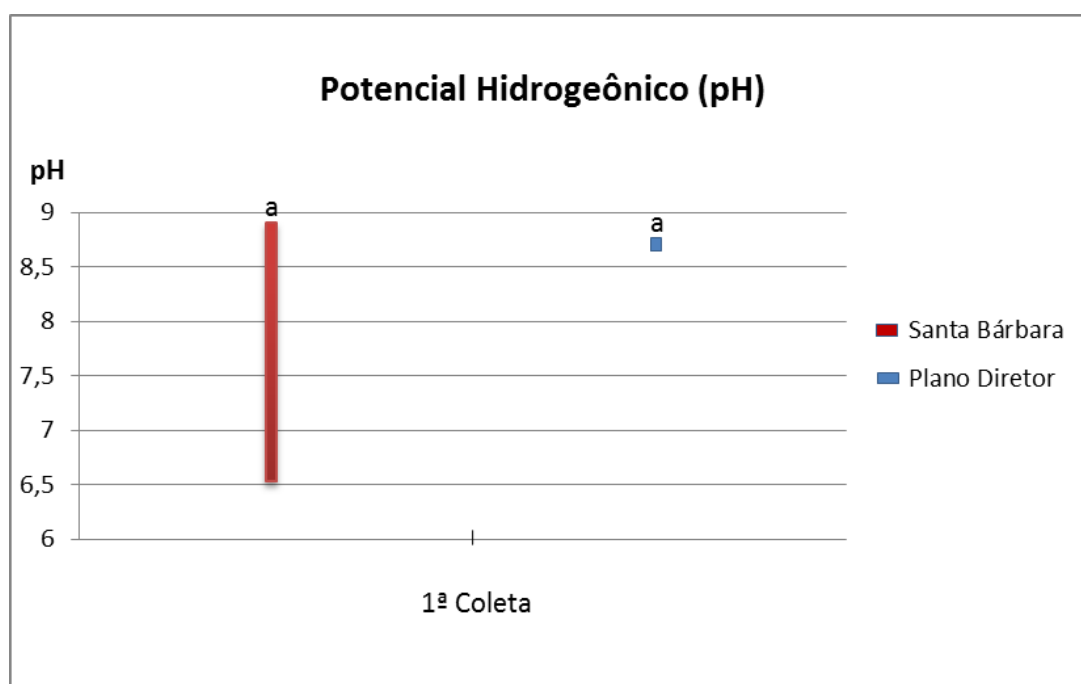


Também não foi detectado em nenhuma amostra agentes patogênicos do grupo coliforme, essas bactérias estão presentes em grande quantidade nas fezes humanas e de animais de sangue quente e por apresentarem resistência similar à maioria das bactérias patogênicas intestinais, têm sido muito utilizadas como indicadores da contaminação fecal de água, a presença desses coliformes termotolerantes demonstra que ocorre a poluição fecal proveniente de fezes de animais de sangue quente e/ou humanos, principalmente, nos despejos domésticos produzidos.

#### 4.1 PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

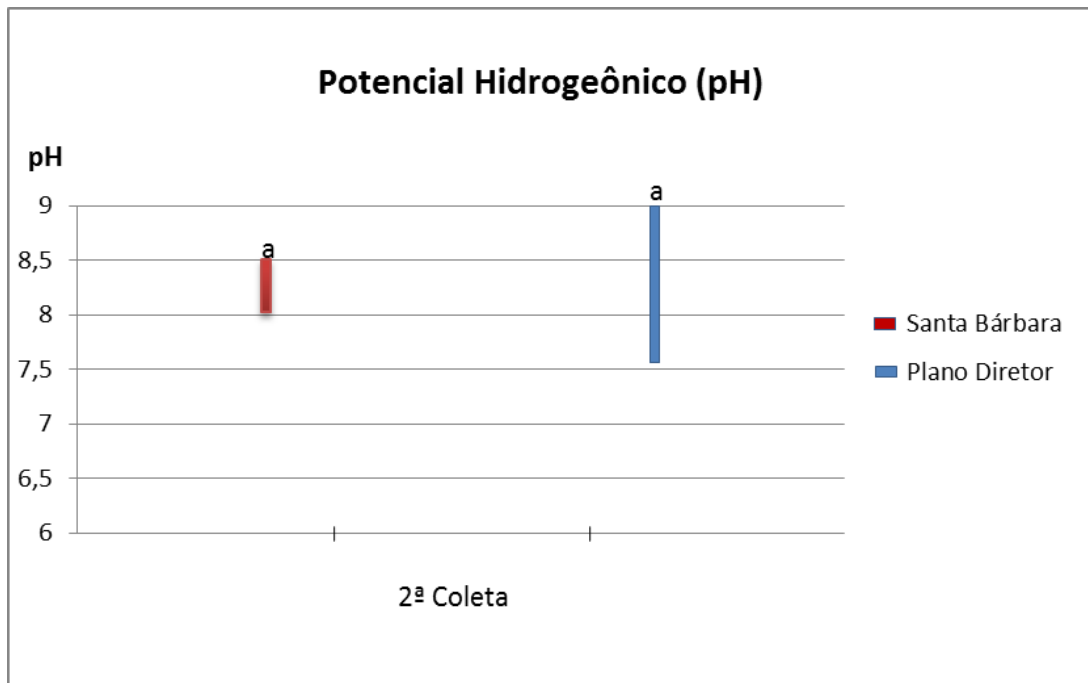
Não houve diferenças estatísticas entre os diversos parâmetros avaliados ao índice de confiabilidade de 95%, independente de dias coletados e localidades do estudo, conforme gráficos abaixo.

**Figura 29 (a)** - Parâmetros da qualidade da água em função do pH em localidades e dias diferentes.



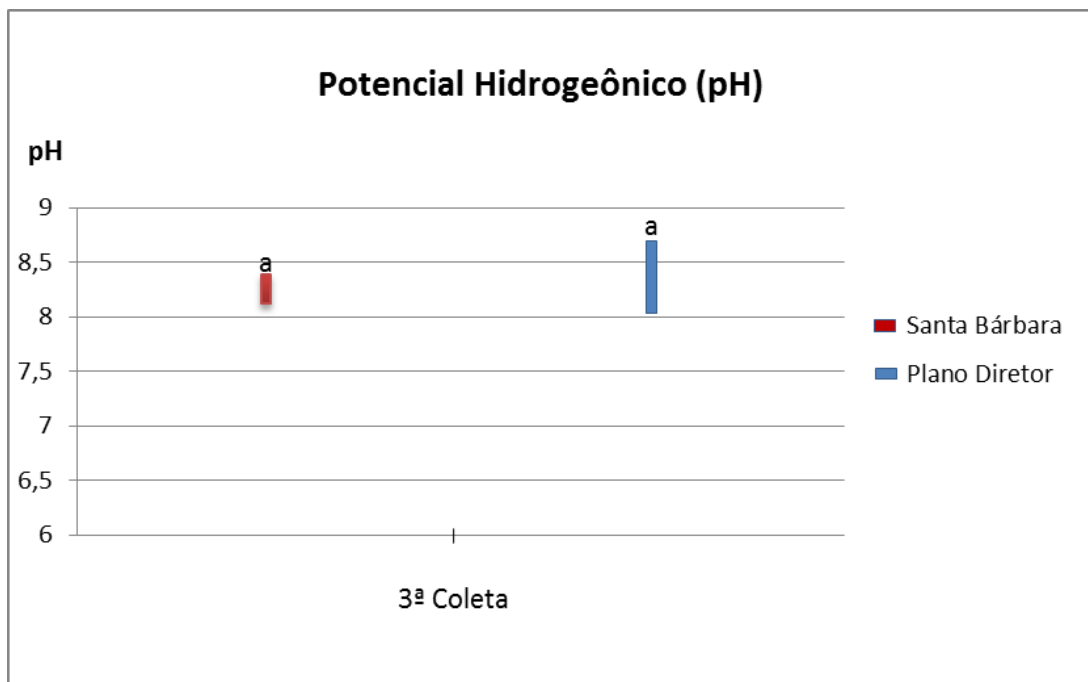


**Figura 30 (b)** - Parâmetros da qualidade da água em função do pH em localidades e dias diferentes.



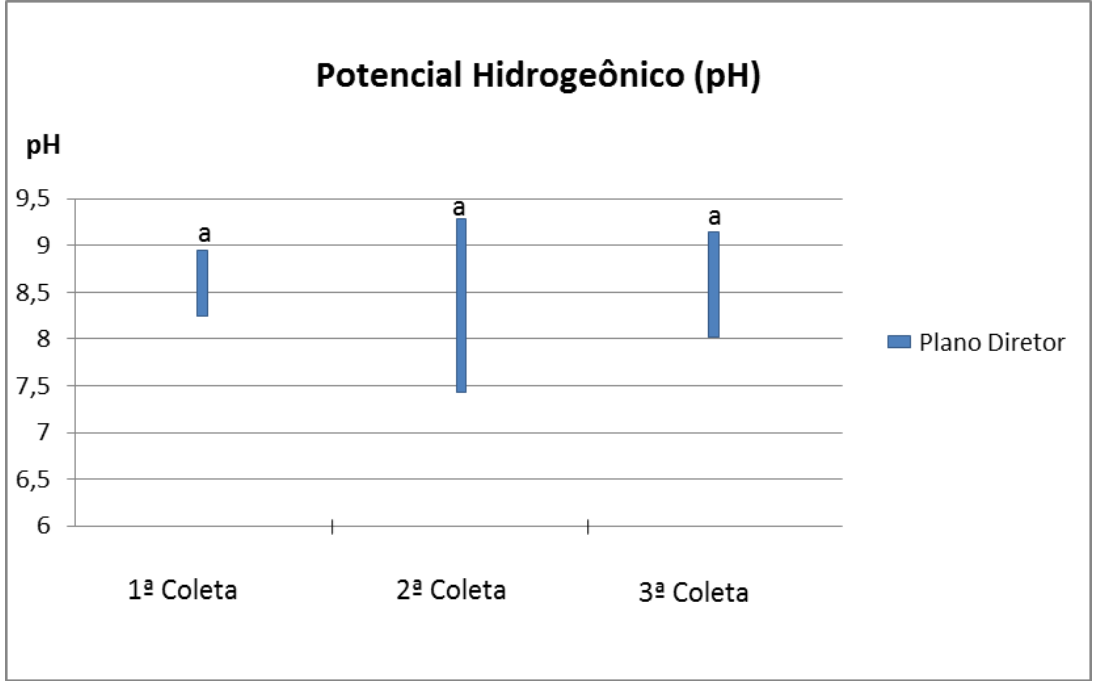
(b)

**Figura 2931 (c)** - Parâmetros da qualidade da água em função do pH em localidades e dias diferentes.



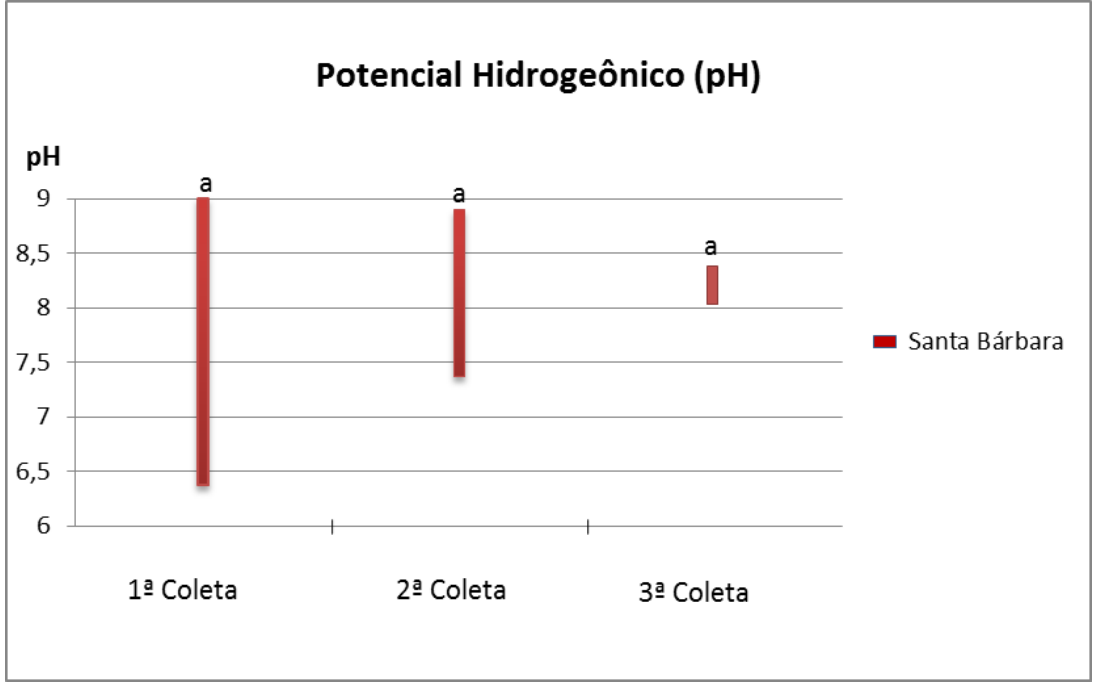
(c)

**Figura 32 (a)** - Parâmetros da qualidade da água em função do pH na mesma localidade em dias diferentes.



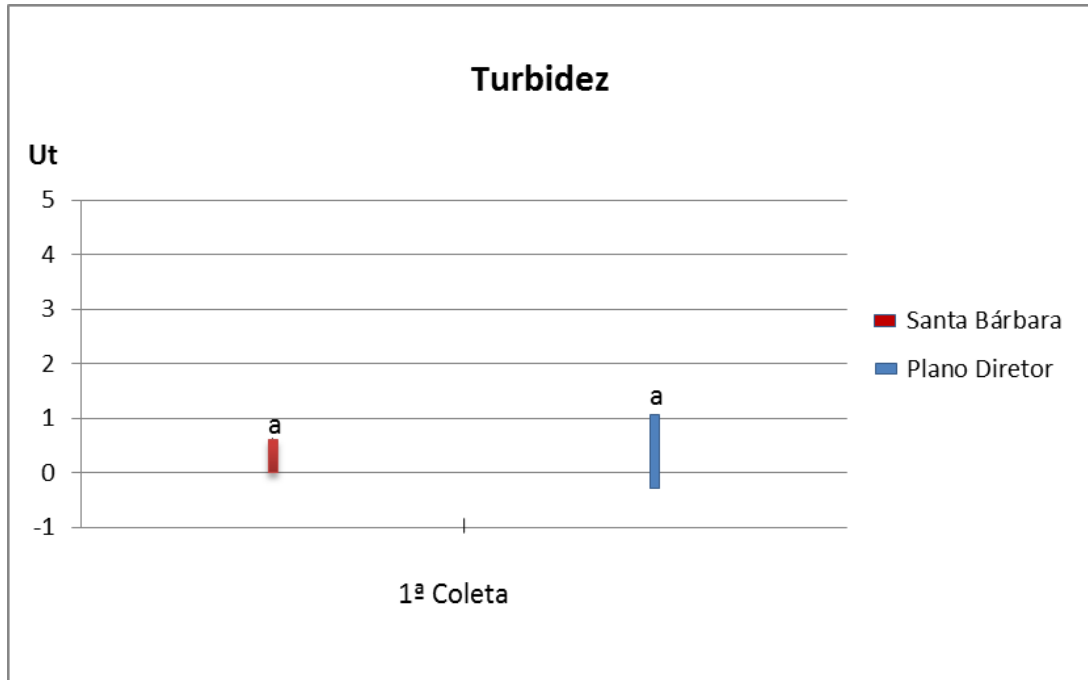
(a)

**Figura 33 (b)** - Parâmetros da qualidade da água em função do pH na mesma localidade em dias diferentes.



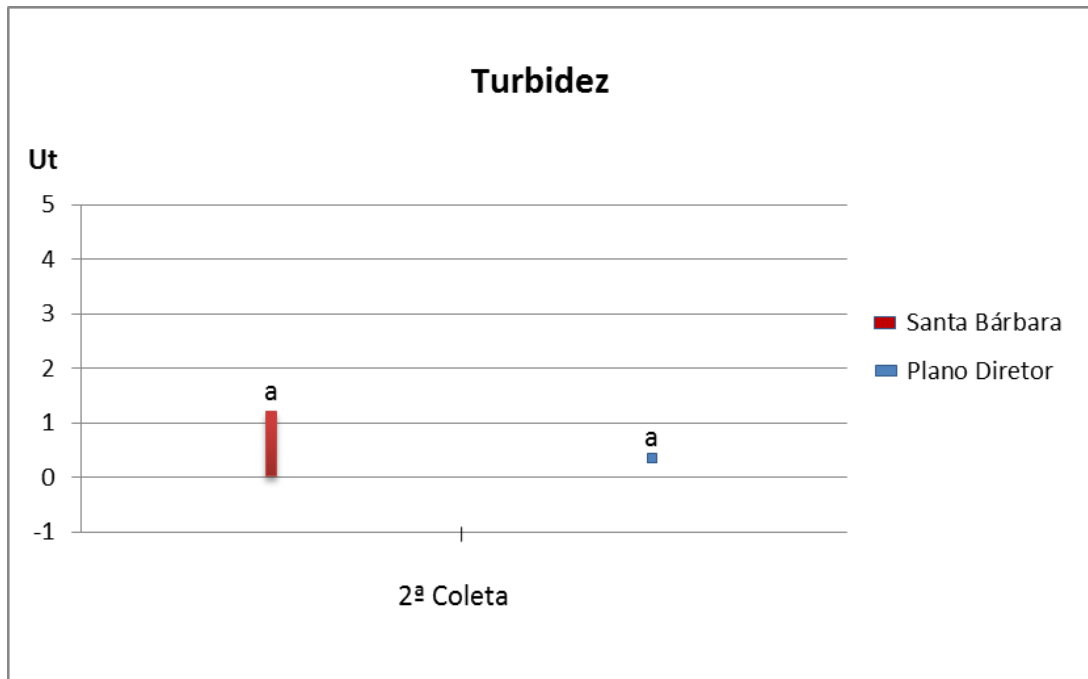
(b)

**Figura 34** - Parâmetros da qualidade da água em função da Turbidez em localidades e dias diferentes.



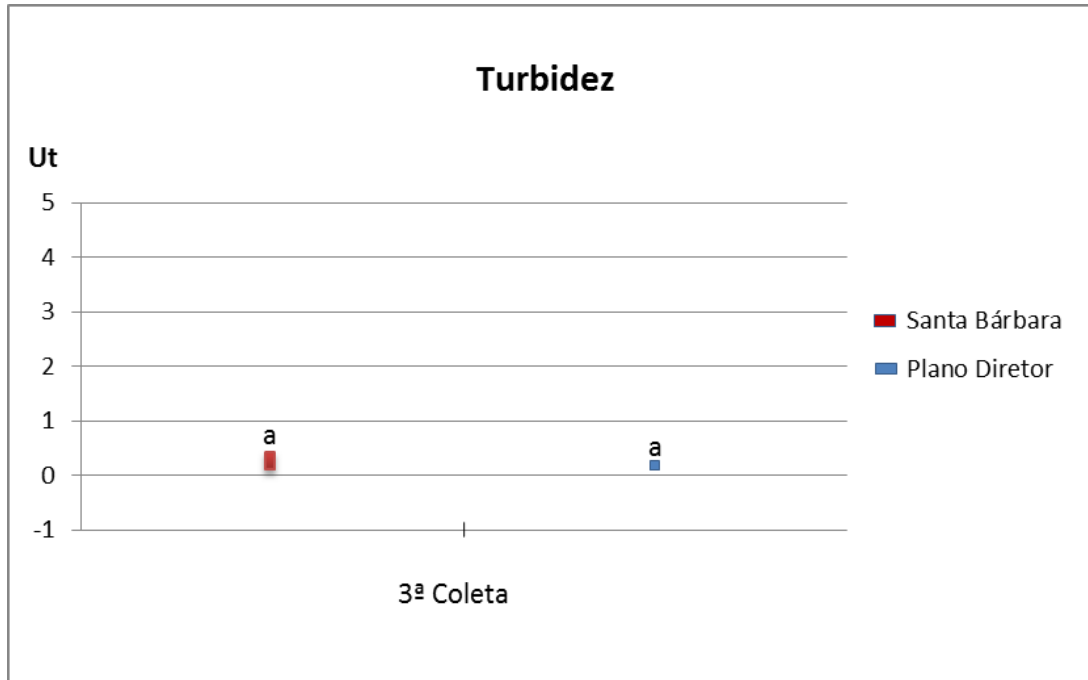
(a)

**Figura 35** - Parâmetros da qualidade da água em função da Turbidez em localidades e dias diferentes.



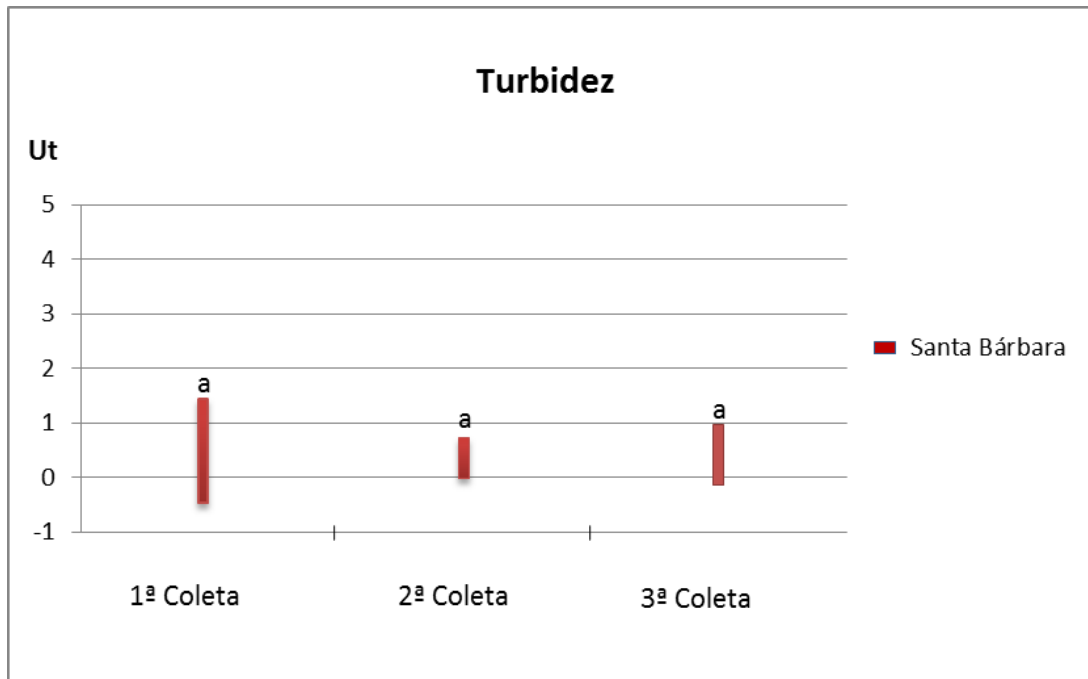
(b)

**Figura 36** - Parâmetros da qualidade da água em função da Turbidez em localidades e dias diferentes.



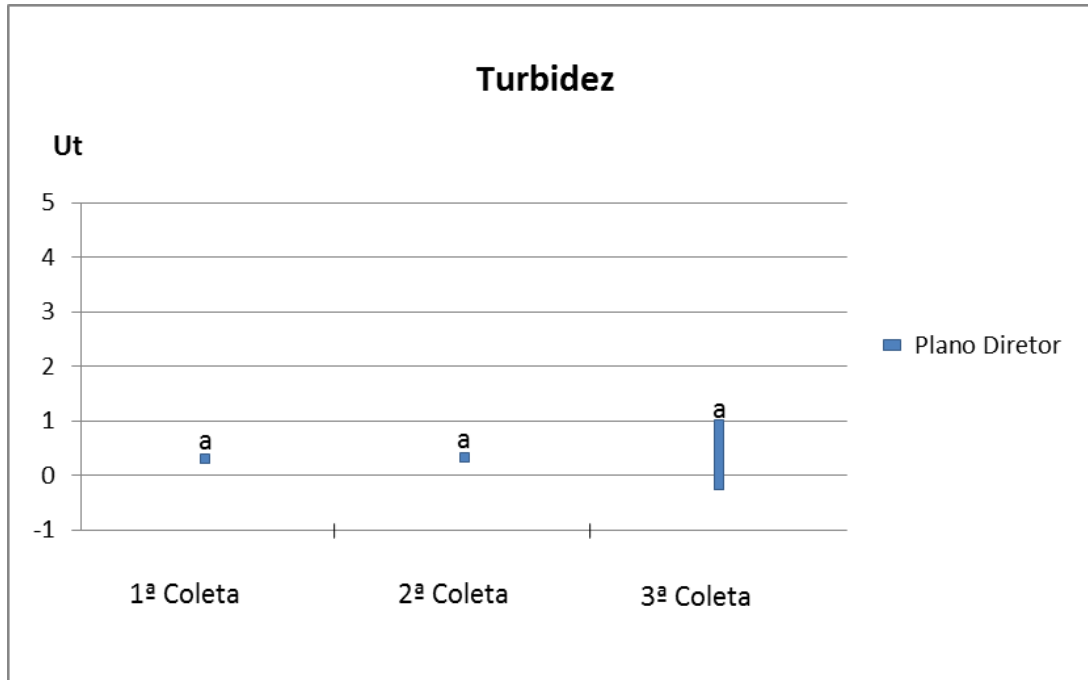
(c)

**Figura 37** - Parâmetros da qualidade da água em função da Turbidez na mesma localidade em dias diferentes.



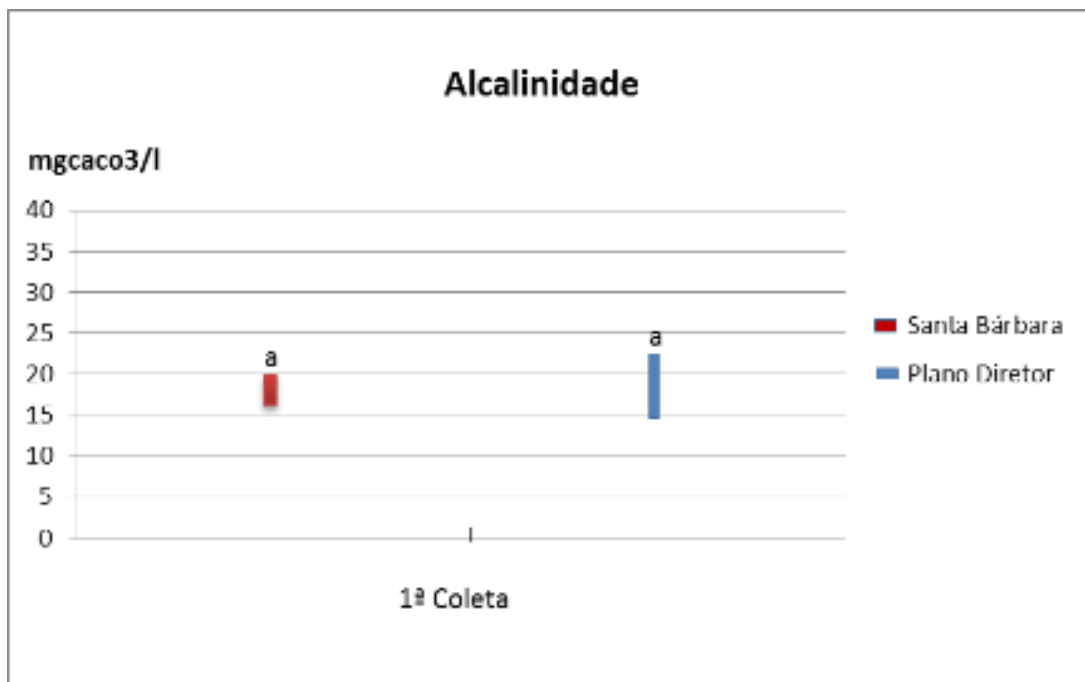
(a)

**Figura 38** - Parâmetros da qualidade da água em função da Turbidez na mesma localidade em dias diferentes.



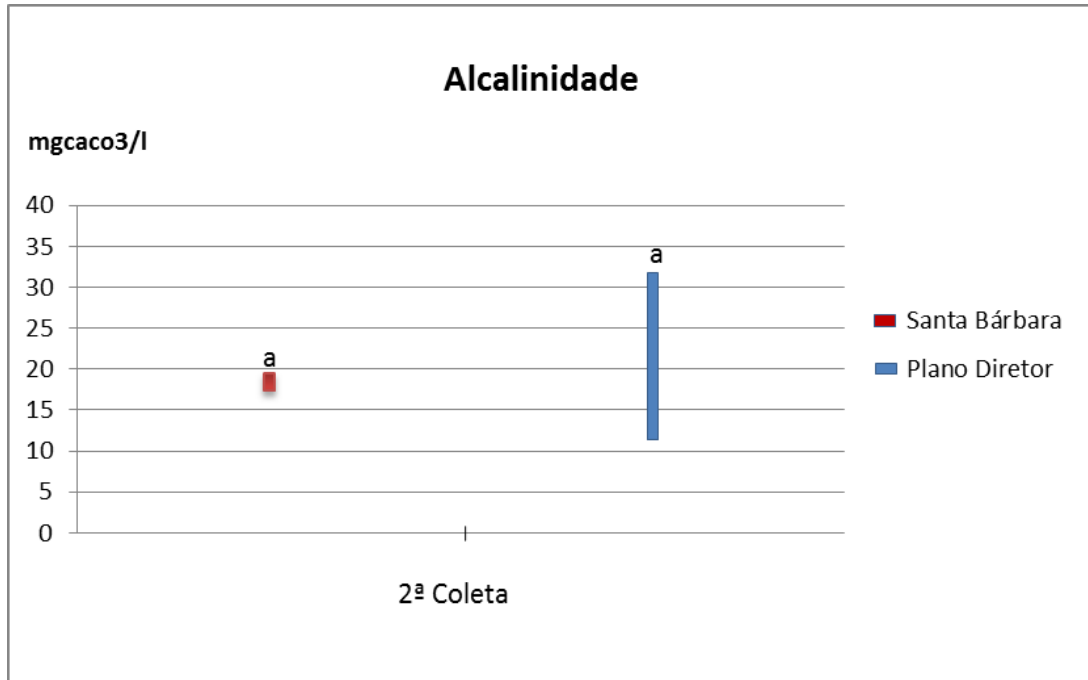
(b)

**Figura 39** - Parâmetros da qualidade da água em função da Alcalinidade em localidades e dias diferentes.



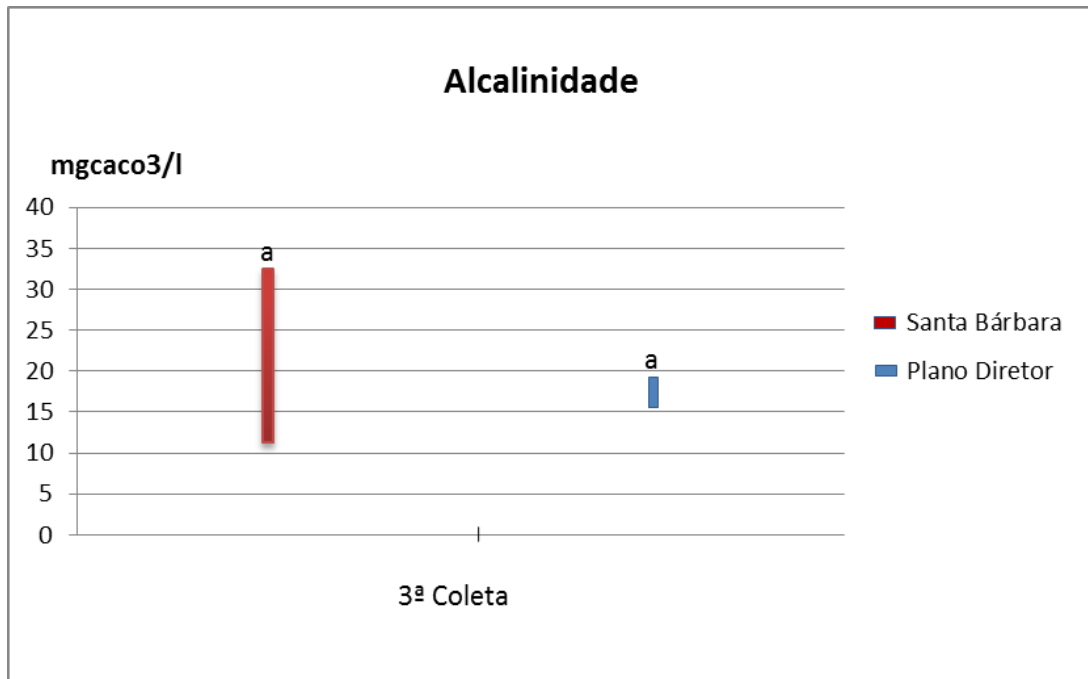
(a)

**Figura 4041** – Parâmetros da qualidade da água em função da Alcalinidade em localidades e dias diferentes.



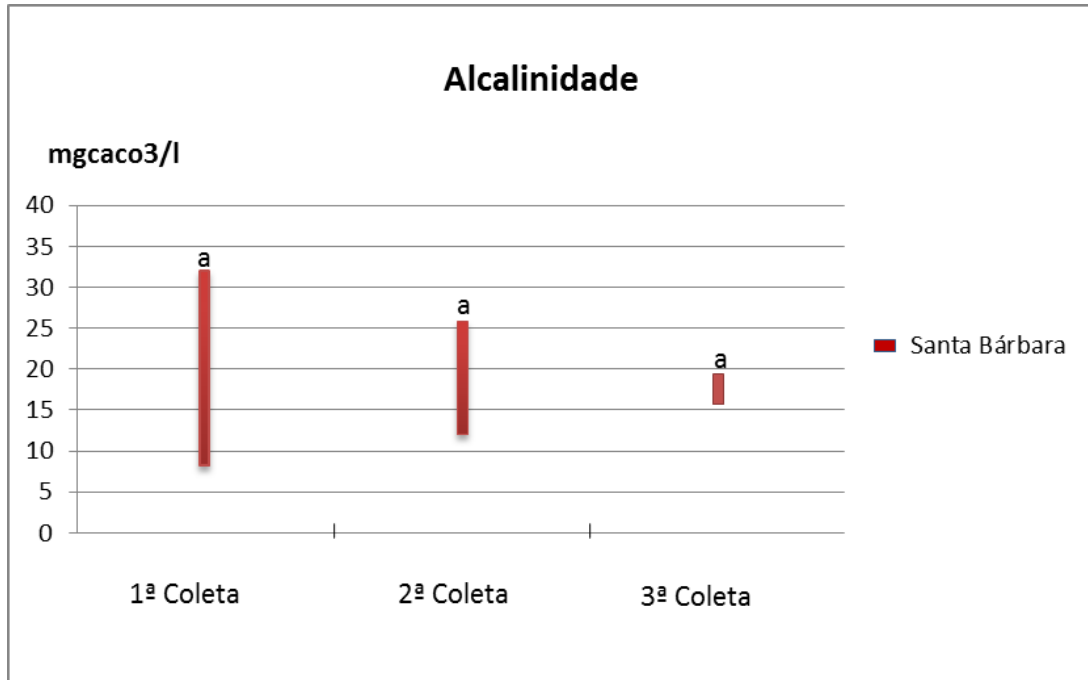
(b)

**Figura 4243** - Parâmetros da qualidade da água em função da Alcalinidade em localidades e dias diferentes.



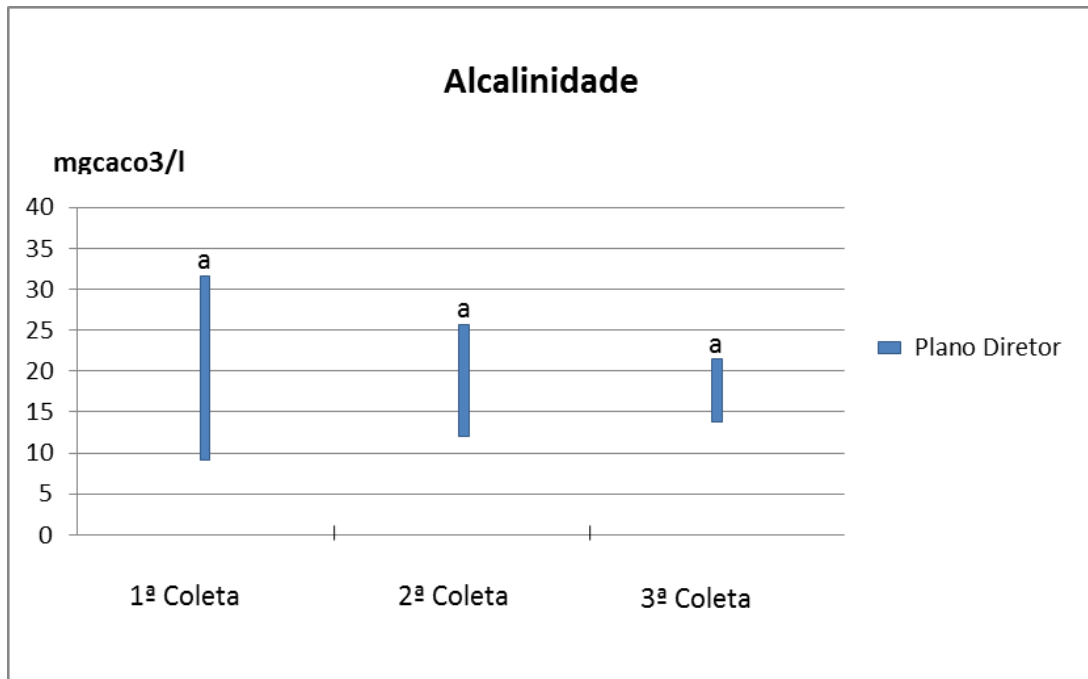
(c)

**Figura 44** - Parâmetros da qualidade da água em função da Alcalinidade na mesma localidade em dias diferentes.



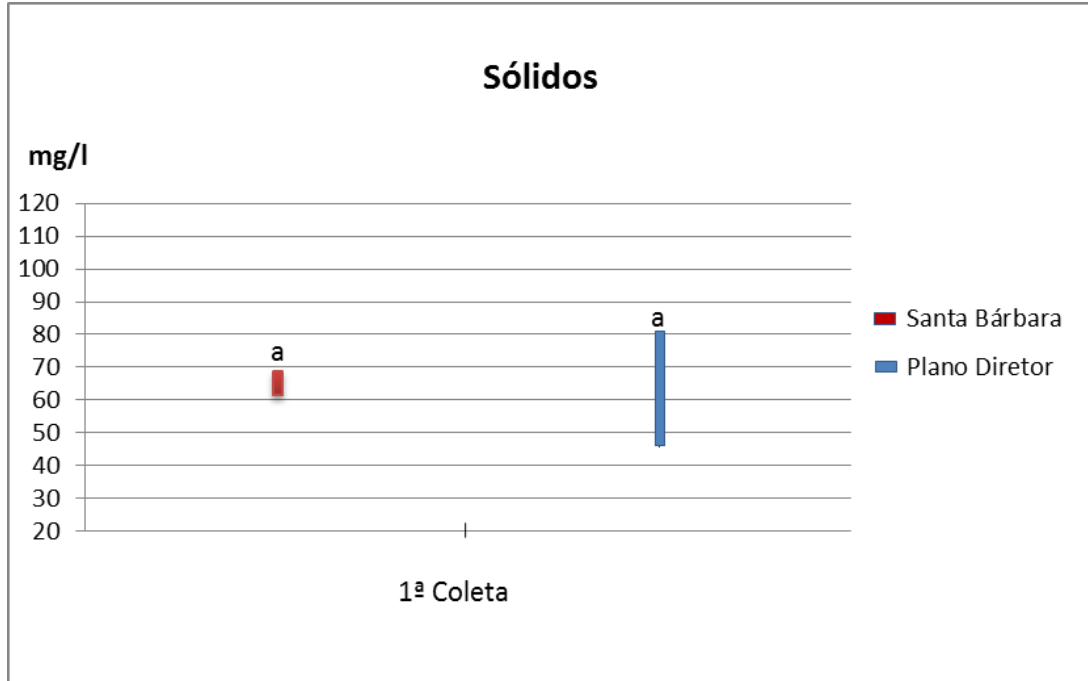
(a)

**Figura 45** - Parâmetros da qualidade da água em função da Alcalinidade na mesma localidade em dias diferentes.

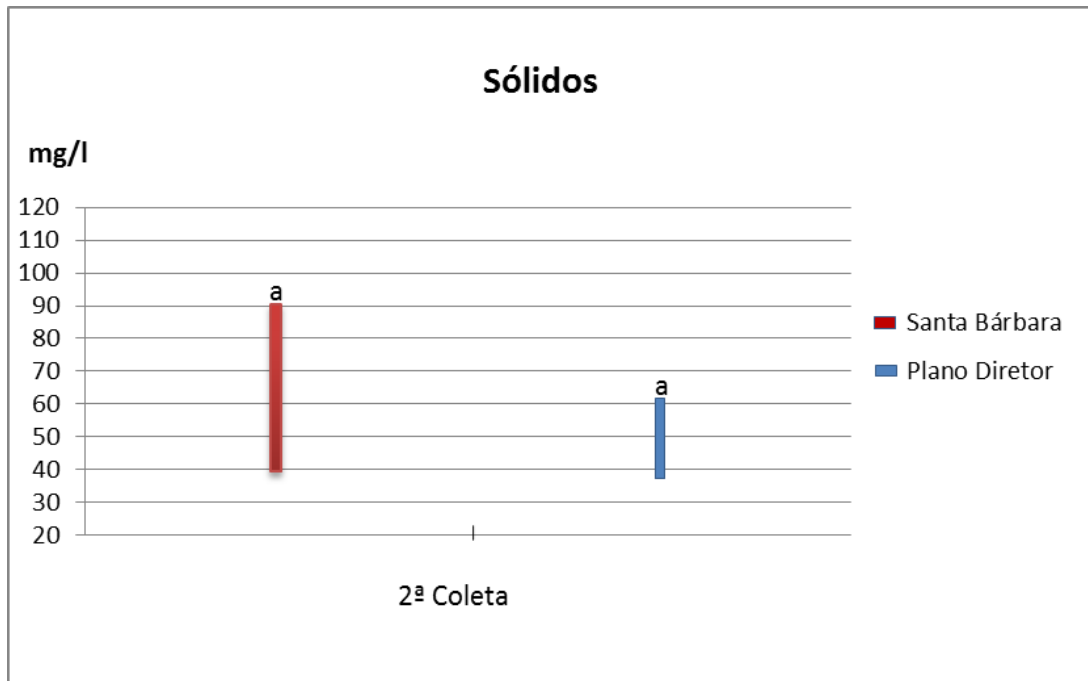


(b)

**Figura 46** - Parâmetros da qualidade da água em função dos Sólidos em localidades e dias diferentes.



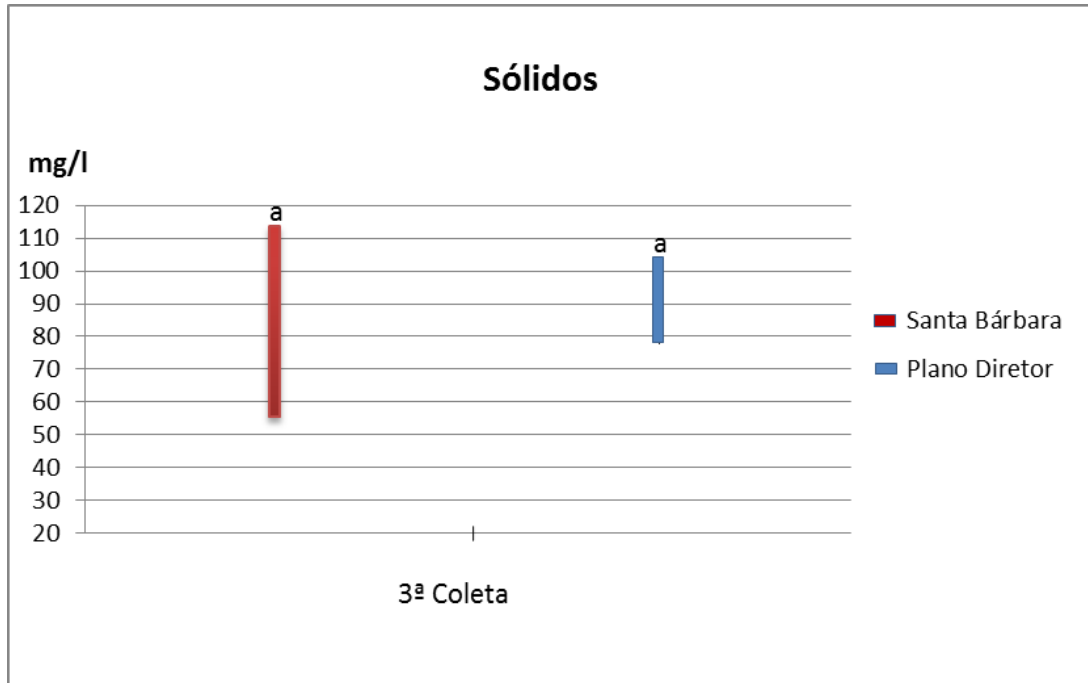
**Figura 47** - Parâmetros da qualidade da água em função dos Sólidos em localidades e dias diferentes.



(b)

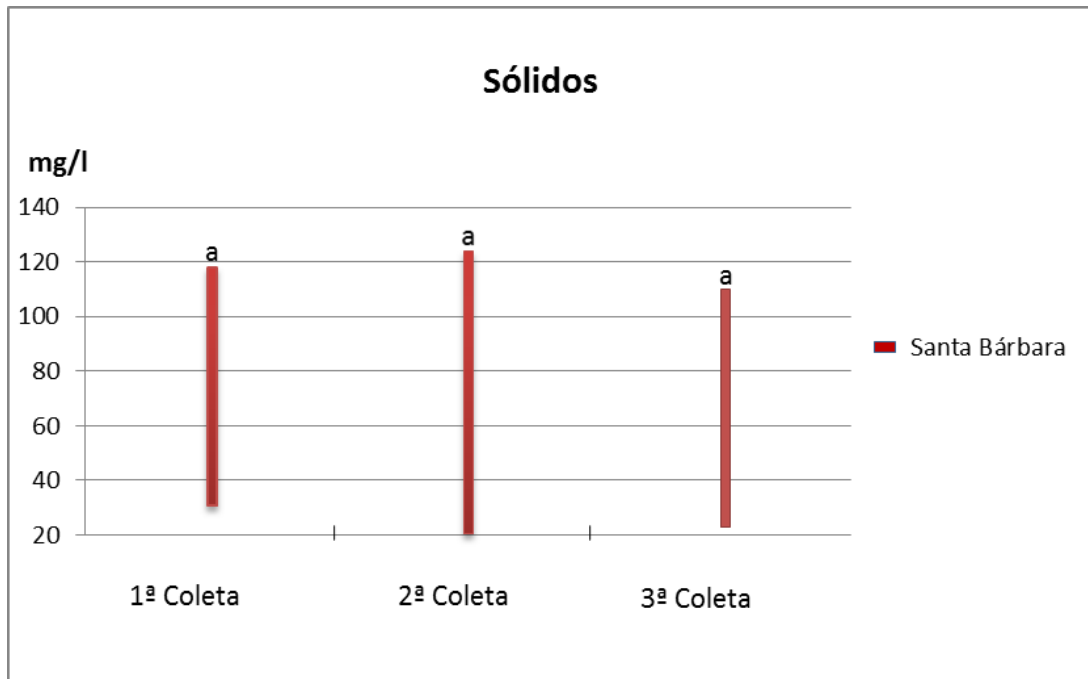


**Figura 48** - Parâmetros da qualidade da água em função dos Sólidos em localidades e dias diferentes.



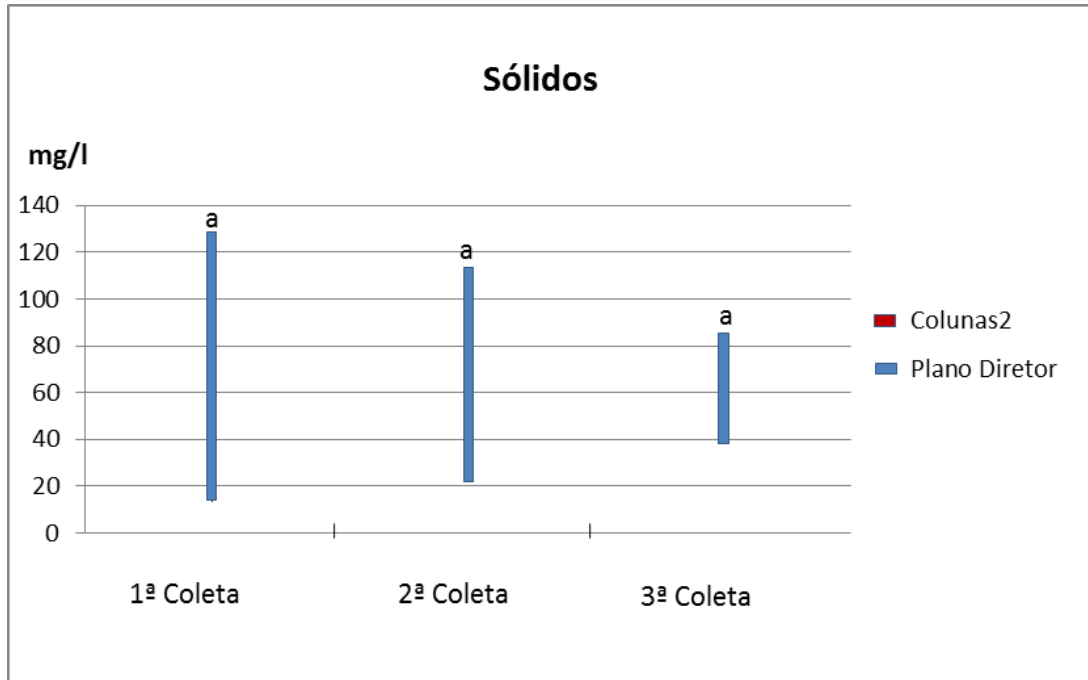
(c)

**Figura 49** - Parâmetros da qualidade da água em função dos Sólidos na mesma localidade em dias diferentes.



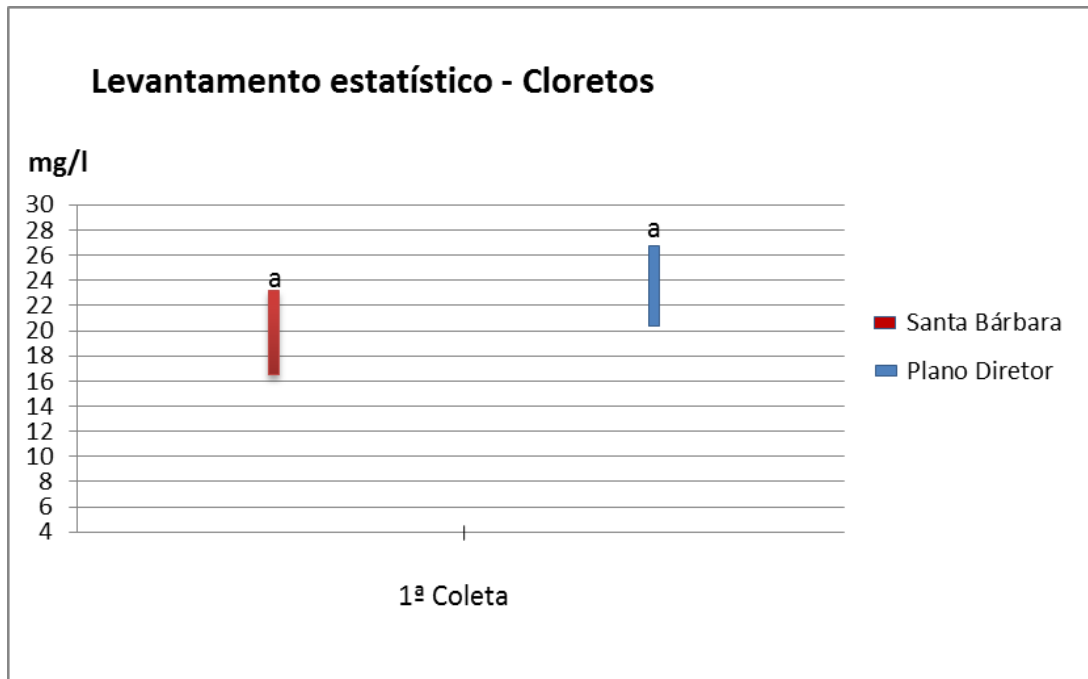
(a)

**Figura 50** - Parâmetros da qualidade da água em função dos Sólidos na mesma localidade em dias diferentes.



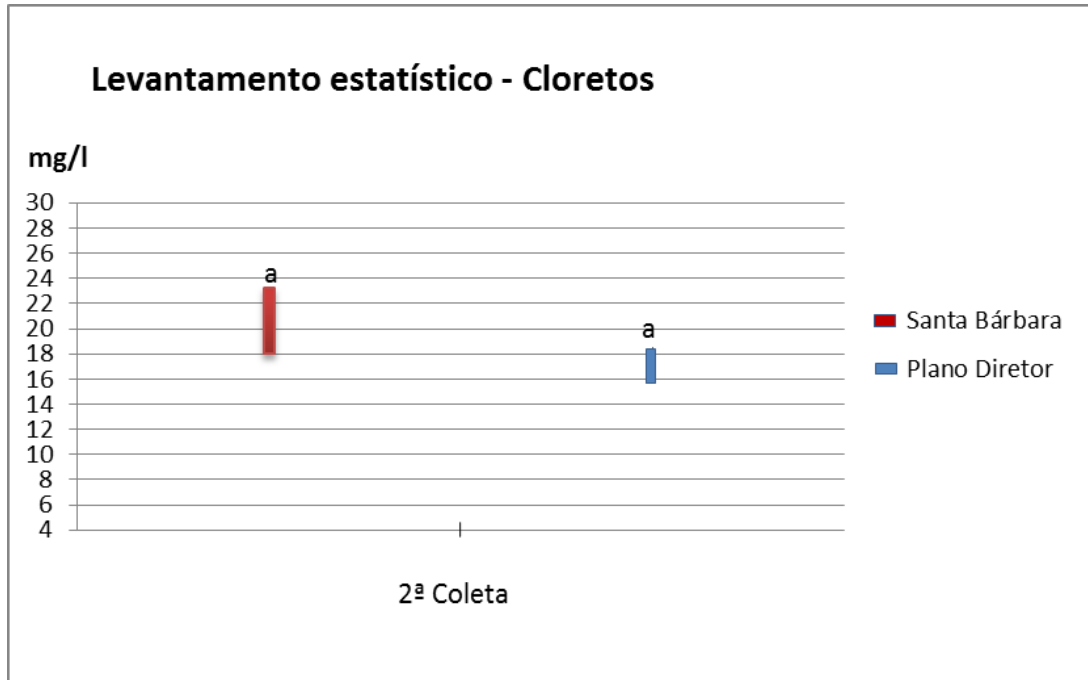
(b)

**Figura 51** - Parâmetros da qualidade da água em função dos Cloretos em localidades e dias diferentes.



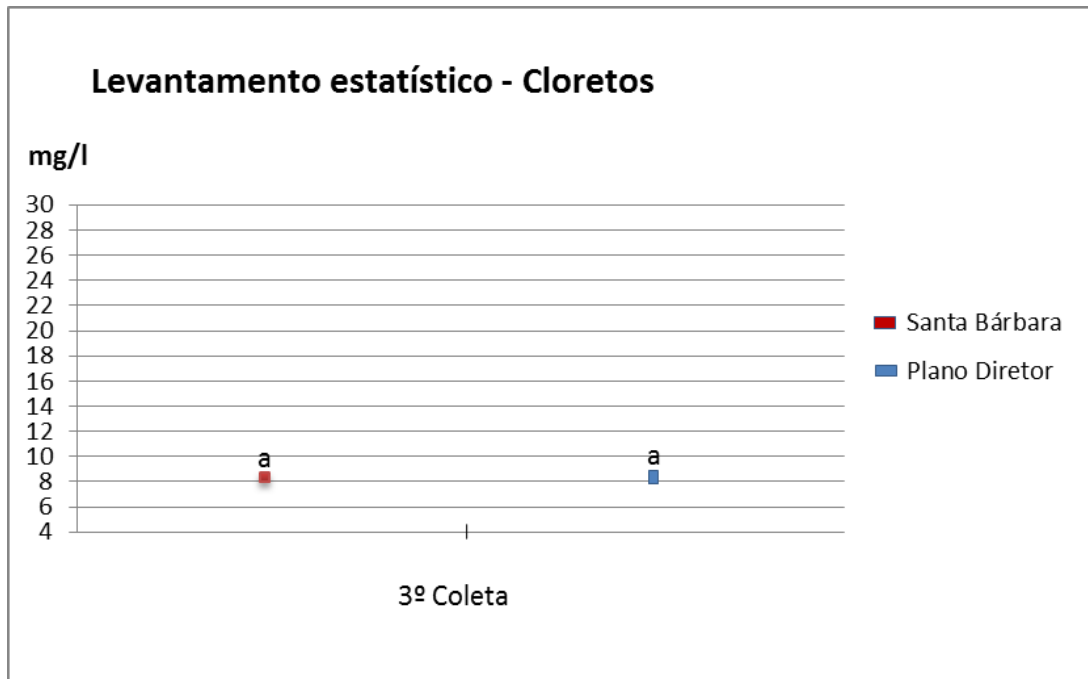
(a)

**Figura 52** - Parâmetros da qualidade da água em função dos Cloretos em localidades e dias diferentes.



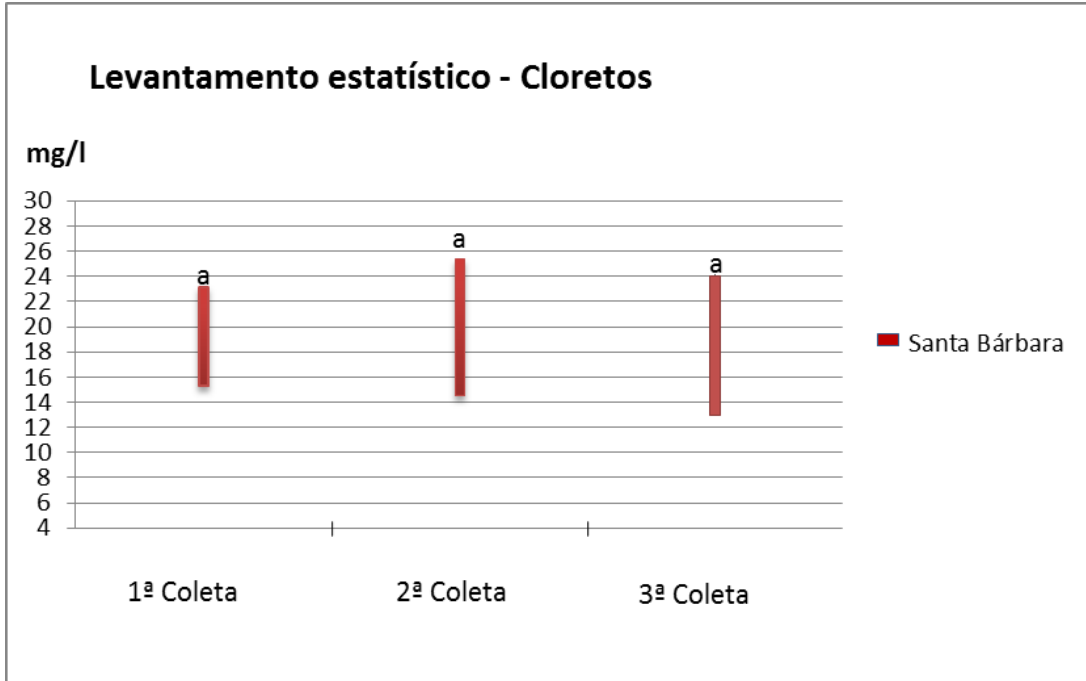
(b)

**Figura 53** - Parâmetros da qualidade da água em função dos Cloretos em localidades e dias diferentes.



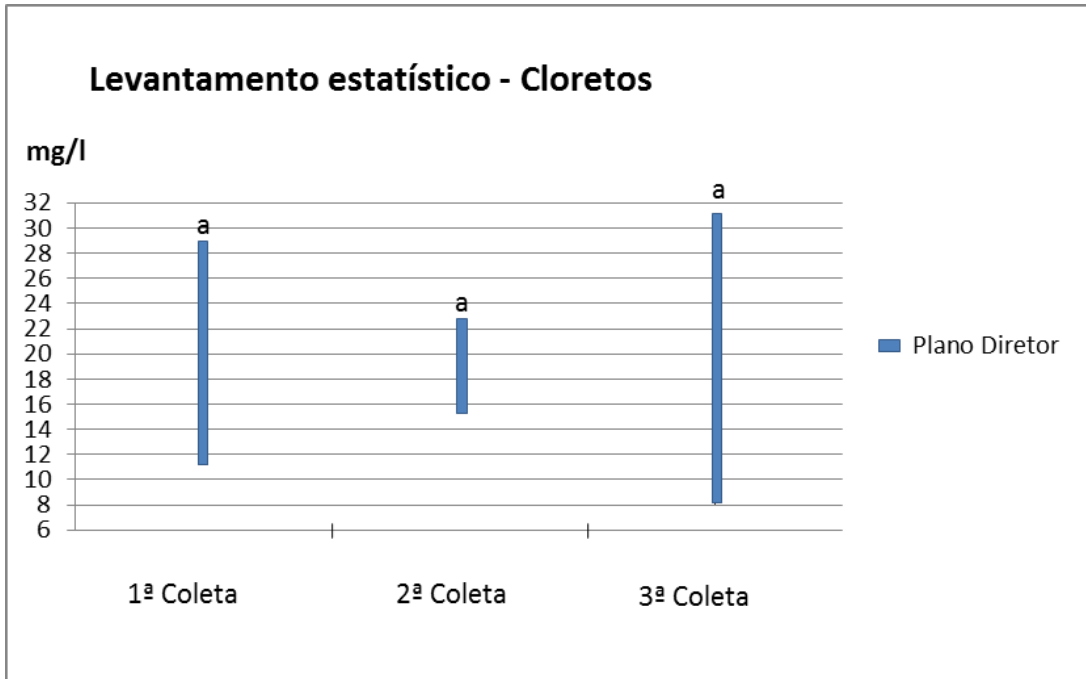
(c)

**Figura 54** - Parâmetros da qualidade da água em função dos Cloretos na mesma localidade em dias diferentes.



(a)

**Figura 55** - Parâmetros da qualidade da água em função dos Cloretos na mesma localidade em dias diferentes.



(b)

## 5. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nesse trabalho indicam que a classe social não é fator predominante no que diz respeito à manutenção da qualidade da água depois de armazenada em seus reservatórios, e sim relacionado à consciência e cuidado que cada morador tem no manuseio deste.

Todos os parâmetros das amostragens em todos os pontos de coleta do presente trabalho estão dentro dos padrões estabelecidos pela Portaria n. 2914 do MS (BRASIL, 2011), não havendo nenhuma contaminação e prevalecendo a qualidade da água entregue pela fornecedora, bem como nas análises estatísticas realizadas não houve diferença significativa entre os dias e/ou regiões de coleta.

A manutenção e limpeza dos reservatórios é de extrema importância, e quase a totalidade dos entrevistados com exceção de um realizaram a limpeza há menos de 2 anos, quanto a qualidade dos reservatórios, todos estavam em boas condições de conservação e com fechamento adequado, assumindo assim os moradores, o papel de responsabilidade na manutenção da qualidade da água.

Ficou evidente nesse trabalho a importância de se ter uma manutenção correta dos reservatórios domésticos garantindo assim água potável dentro dos padrões exigidos proporcionando uma melhor qualidade de vida.

## 6. REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21 ed. New York, 2005. 1134p.

BENEDET, Alex Vieira. **QUALIDADE DA ÁGUA EM ESCOLAS DE IÇARA SC**. 2008. 65 f. TCC (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental). ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD – OMS. **Guías para La calidad del agua potable**. 2. Ed. Ginebra: OMS, 1995. 195p. v.1.

BIAZIN, J. F.; FORTE, A. S. **Estudo comparativo entre reservatórios de concreto armado, fibra de vidro e polietileno**. 2010. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Católica de Salvador, Salvador.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 2ª ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006. 146 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente do Brasil (MMA). **Avaliação das águas do Brasil**, Brasília, 2002.

BRASIL. **Ministério da Saúde. Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

BROMBERG, M., 1995. **Safe drinking water: Microbial standards help ensure water quality for consumers**.

BATTALHA, B. L.; PARLATORE, A. C. **Controle da qualidade da água para consumo humano: bases conceituais e operacionais**. São Paulo: CETESB, 1993.

CASTRO, C. M. B. **Tratamento de Água**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo . **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo** - Apêndice A - Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. 2008.

CHARRIERE, G.; MOSSEL, D. A. A.; BEAUDEAU, P et al, 1994. **Assessment of the marker value of various components of the coli-aerogenes group of Enterobacteriaceae and of a selection of Enterococcus spp.** For the official monitoring of drinking water supplies. Journal of Applied Bacteriology, 76:336- 344.

CLARO, Anderson. **Tecnologia da construção I**. Notas de aula. ARQ5661. 2012. Curso de Arquitetura e Urbanismo. UFSC.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP. **Qualidade da água.** Disponível em: <http://www.sabesp.com.br/Calandraweb/CalandraRedirect/?Proj=sabesp&Pub=T&Temp=0>

CORRÊA, J. M. **Estudo do controle da capacidade de processo de produção de água potável. Dissertação de Mestrado.** Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia (PPGMNE). Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2007.

DEGRÉMONT, G. **Water Treatment Handbook**. New York: John Wiley & Sons. 1979. 1410p.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. **Métodos e técnicas de tratamento de água.** 2ª ed. v. 1. São Carlos: RiMa. 2005.

DIAS, M. F. F. **Qualidade microbiológica de águas minerais em garrafas individuais comercializadas em Araraquara – SP**. 2008. 66f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Estadual Paulista, Araraquara, SP, 2008

FUNASA (FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE) **Manual de Saneamento**, 3.<sup>a</sup> edição revisada, Brasília, 2006.

FARIAS, Maria S. Sobral de. **Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Cabelo**. Campina Grande, 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - UFCG -Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, 2006.

FUZINATTO, C. F. **Avaliação da qualidade da água de rios localizados na ilha de Santa Catarina utilizando parâmetros toxicológicos e o índice de qualidade de água**. Florianópolis: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Santa Catarina. 2009.

FARIAS, M. S. S. **Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Cabelo**. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006.

LEAL, U. **Poucas diferenças nas caixas d'água industrializadas**. Revista Técnica, São Paulo, n. 74, p. 56-58, maio 2003.

MACEDO, J. A. B. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. Belo Horizonte: Jorge Macedo ed. 2003. 450p.

MCNALLY, M.; DOWNIE, J. **The ethics of water fluoridation**. J Can Dent Assoc., v.6, p.592-593, 2000.

MESSIAS, T. G. **Influência da toxicidade da água e do sedimento dos rios São Joaquim e Ribeirão Claro na bacia do Corumbataí**. 2008. 125 p. Dissertação



(Mestrado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

MEYER, S. T. **O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública.** Cad. Saúde Pública, 1994.

NASCIMENTO, A. R.; AZEVEDO, T. K. L.; MENDES FILHO, N. E.; ROJAS, M. O. A. **I. Qualidade microbiológica das águas minerais consumidas na cidade de São Luís-MA.** Hig. Alim, 2000.

PIVELI, R. P. **“Qualidade da Água”.** Apostila do Curso de Especialização em Engenharia em Saúde Pública e Ambiental da Fac. Saúde Pública – USP, 1996.

QUIROZ, C. C. **Água embotellada y su calidad bacteriológica.** Água Latinoamérica, 2002. Revista Arquitetura e Construção. Nº 104 – Ano 11 – Dezembro/1995 – Editora Abril

REGO N. A. C., BARROS S. R., DOS SANTOS J. W. B., **Avaliação espaço-temporal da concentração de coliformes termotolerantes na Lagoa Encantada, Ihéus – BA.** Revista Eletrônica do Prodema, 2010.

RITCHER, C. A., AZEVEDO NETTO, J. M. **Tratamento de água – tecnologia atualizada,** São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 1991.

RODRIGUES, A. L. **Os principais tipos de materiais utilizados em caixa d’água.** Dicas de construção. 2004.

REGO N. A. C., BARROS S. R., DOS SANTOS J. W. B., **Avaliação espaço-temporal da concentração de coliformes termotolerantes na Lagoa Encantada, Ihéus – BA.** Revista Eletrônica do Prodema, 2010.

SAWYER, C.N.; McCARTY, P.L.; PARKIN, G. F.. **Chemidtry for envitonmental engineering.** 4º ed. New York.McGraw-Hill Book Company. 1994.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3ª Edição. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Editora da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte, 2005.

SILVA, N; NETO, R.C.; JUNQUEIRA A.C.V.; SILVEIRA, A.F.N. **Manual de métodos de análise microbiológica da água**. São Paulo: Varela, 2005.

SOUZA, D. A. **Desenvolvimento de metodologia analítica para determinação de multiresíduos de pesticidas em águas de abastecimento de São Carlos – SP**. 52 2000. 109f. Dissertação (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

TSUTSUI, A., YAGI, M., HOROWITZ, A. M. **The prevalence of dental caries and fluorosis in Japanese communities with up to 1,4ppm of naturally occurring fluoride**. J Public Health Dent, v.60, p.60-147, 2000.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; RODRÍGUEZ, S. L. **Gerenciamento e Recuperação das Bacias Hidrográficas dos Rios Itaqueri e do Lobo e da Represa Carlos Botelho (Lobo-Broa)**. IIE, IIEGA, PROAQUA, ELEKTRO, 2003.

ZUMACH, R. **Enquadramento de curso de água: Rio Itajaí-Açu e seus principais afluentes em Blumenau**, Blumenau, SC, 2003. 133p. Dissertação (Mestrado em Eng. Ambiental). UFSC, Blumenau, SC. 2003.