



# **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

*Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016*  
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

GUSTAVO SIRIANO BONAGURA

## **ANÁLISE DE POTABILIDADE DE ÁGUA DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR OBTIDA ATRAVÉS DE UM POÇO ARTESIANO**

Palmas – TO  
2017

GUSTAVO SIRIANO BONAGURA

**ANÁLISE DE POTABILIDADE DE ÁGUA DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR  
OBTIDA ATRAVÉS DE UM POÇO ARTESIANO**

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: Prof. Dr. José Geraldo Delvaut Silva

Co-orientador: Prof. M.Sc. Carlos Spartacus Oliveira

GUSTAVO SIRIANO BONAGURA

**ANÁLISE DE POTABILIDADE DE ÁGUA DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR  
OBTIDA ATRAVÉS DE UM POÇO ARTESIANO.**

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: Prof. Dr. José Geraldo Delvaut Silva

Co-orientador: Prof. M.Sc. Carlos Spartacus Oliveira

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

**BANCA EXAMINADORA**

---

Professor Orientador Dr.Sc. José Geraldo Delvaux Silva  
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

---

Prof. M.Sc. Carlos Spartacus Oliveira  
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

---

Professor Mênfis Bernardes Alve  
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas - TO  
2017

Dedico este trabalho a todos que torcem por mim e contra mim, sendo esta mais uma provação da minha capacidade. Porém dedico em especial ao meu tio Rogério Bonagura que é a pessoa que disponibilizou o local e tudo o que necessário para coleta de dados no que tange ao estudo abordado.

Agradecimentos especiais a minha mãe, Leila M. da R. Siriano Bonagura, ao meu pai, Eduardo Bonagura e a minha irmã, Caroline Siriano Bonagura, que sempre me apoiaram e acompanharam de perto minha jornada e todas as pesquisas para conclusão deste estudo, não deixando também de falar da minha família em modo geral. Também agradeço ao meu orientador que sempre com atenção e paciência exerceu um excelente papel de educador e fiscal nesta jornada.

Agradeço ao Deus criador, a Virgem Nossa Senhora e ao espírito santo que sempre alimentaram e deram forças para minha alma.

Agradeço também a todos meus amigos e colegas de estudo que se dispuseram a compartilhar e receber conhecimento junto a mim por muitas noites de estudo, aos meus chefes que me orientaram e somaram muito com meu conhecimento durante todo meu período de atividades extracurriculares em estágios.

“Sonhe grande, pois ter sonhos grandes dão o mesmo trabalho dos sonhos pequenos.”

Jorge Paulo Lemann

## RESUMO

A água é um recurso natural que é essencial a vida, embora em grande abundância, já existe um comprometimento da sua qualidade. Este trabalho tem como objetivo analisar a potabilidade de água de uma residência unifamiliar obtida através de um único poço artesiano, as vazões médias obtidas em perfurações na região e valores para cada tipo de poço. Os dados foram obtidos da mão-de-obra local, tanto para dados hidráulicos, geotécnicos e financeiros, quanto da amostra de água que foi avaliada por terceiros. Os parâmetros obtidos foram comparados a aqueles descritos na Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde. Os resultados totais obtidos com as análises físico-químicas da mesma apresentaram que a amostra não está adequada para consumo sem um tratamento prévio. Palavras chave: Água. Poço-artesiano. Potabilidade.

## ABSTRACT

Water is a natural resource that is essential to life, although in great abundance, there is already a compromise of its quality. This work aims to analyze the water potability of a single family dwelling obtained through a single artesian well, the mean flows obtained in perforations in the region and values for each type of well. Data were obtained from the local labor force, both for hydraulic, geotechnical and financial data, as well as for the water sample that was evaluated by third parties. The parameters obtained were compared to those described in Ordinance No. 2,914, dated December 12, 2011, of the Ministry of Health. The total results obtained with the physico-chemical analyzes of the same showed that the sample is not suitable for consumption without a previous treatment .

Key words: Water. Artesian well. Potability

## SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT .....	8
1 INTRODUÇÃO .....	12
1.1 Problema de pesquisa.....	13
1.2 Hipóteses .....	13
1.3 Objetivos .....	14
1.3.1 Objetivo Geral .....	14
1.3.2 Objetivos Específicos.....	14
1.4 Justificativa .....	14
1.4.1 A relevância social .....	15
1.4.2 A relevância acadêmica .....	15
1.4.3 A relevância econômica .....	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 Qualidades e características física e química da água .....	16
2.1.1 Características físicas da água .....	17
2.1.1.1 Cor .....	17
2.1.1.2 Turbidez.....	17
2.1.1.3 Sabor e odor .....	18
2.1.1.4 Temperatura .....	18
2.1.2 Classificações químicas da água.....	19
2.1.2.1 Potencial Hidrogeniônico (pH) .....	19
2.1.2.2 Alcalinidade .....	19
2.1.2.3 Acidez .....	19
2.1.2.4 Cloreto .....	20
2.1.2.5 Fluoreto.....	20
2.1.2.6 Sódio.....	20
2.1.2.7 Ferro .....	21
2.1.2.8 Manganês .....	21
2.1.2.9 Nitrato .....	21
2.1.2.10 Dureza total.....	22

2.1.2.11 Cloro residual.....	22
2.1.2.12 Alumínio.....	23
2.1.3 Microrganismos.....	23
2.1.3.1 Protozoários.....	23
2.1.3.2 Bactérias.....	24
2.1.3.3 Coliformes totais.....	24
2.1.3.4 Escherichia Coli.....	25
2.2 Padrões de potabilidade segundo a portaria 2914/2011.....	25
2.3 Águas subterrâneas.....	26
2.4 Precipitação.....	27
2.5 Bombas Hidráulicas.....	28
3 METODOLOGIA.....	29
3.1 Localização da área de estudo.....	29
3.2 Coleta de amostras.....	29
3.3 Metodologia das análises.....	29
3.3.1 Turbidez.....	29
3.3.2 Cor aparente.....	30
3.3.3 Fluoretos.....	30
3.3.4 Ferro.....	30
3.3.5 Cloreto.....	31
3.3.6 Temperatura.....	31
3.3.7 pH.....	31
3.3.8 Alcalinidade.....	31
3.4 Análises dos dados.....	32
4 Dimensionamento da bomba.....	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	34
4.1 Análises e comparações dos parâmetros físicos, químicos e biológicos.....	34
4.1.1 Alumínio.....	34
4.1.2 Cloreto.....	35
4.1.3 Cor Aparente.....	35
4.1.4 Ferro e Manganês.....	35
4.1.5 Nitrito e Nitrato.....	36
4.1.6 Amônia.....	36
4.1.7 Fluoreto.....	36

4.1.8 pH .....	37
4.1.10 Salinidade .....	37
4.1.11 Sólidos Totais Dissolvidos .....	37
4.1.12 Turbidez .....	37
4.1.13 Coliformes Totais e <i>Escherichia Coli</i> .....	38
4.2 Comparativo do consumo de custo entre água bombeada e água pública..	38
5 CONCLUSÕES .....	42
REFERÊNCIAS.....	43

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos naturais mais importantes para a sobrevivência dos seres vivos, quer de forma direta, em termos fisiológicos, quer indireta, pois é utilizada pelo homem como recurso para a obtenção de energia, indispensável para a indústria e agricultura. Este recurso tem sido explorado em grande escala ao longo dos anos, devido ao desenvolvimento da indústria e existência de grandes focos populacionais, o que culminou na perda da sua qualidade, nomeadamente dos cursos de “água doce” (SÁNCHEZ; *et al*, 2007).

O recurso água, em especial, tem sua importância reconhecida para hidratação e higienização dos seres humanos, na sobrevivência de animais e plantas, na produção de alimentos, no desenvolvimento industrial e outros. No entanto, problemas de ordem ambiental são cada vez mais evidentes com relação a esse recurso, o aporte de poluentes em águas superficiais e subterrâneas, por exemplo, é uma forma de contaminação desse recurso hídrico que compromete sua qualidade, principalmente pelo despejo de efluentes doméstico e industrial, escoamento superficial urbano e escoamento superficial agrícola. Todas essas formas de contaminação apontam para a necessidade de mudança no comportamento humano frente ao uso da água (GRASSI, 2001).

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).

Segundo Bromberg (1995), 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)

Os parâmetros biológicos, físicos e químicos, determinam as características de potabilidade necessárias para que, a água chegue até a população de uma maneira mais segura e confiável afim de que, possa ser utilizada no consumo humano. Esses parâmetros são regulamentados por normas e/ou padrões definidos em portarias do ministério da saúde (RICHTER; NETTO, 1999).

Este trabalho consiste em provar a potabilidade da água de um poço artesiano utilizada em uma residência unifamiliar no município de Palmas - TO, que optou na mesclagem entre o uso do fornecimento público e o uso de água subterrânea na qual é utilizada para todos os fins domésticos, menos para consumo humano, sem nenhuma análise da água ou tratamento da mesma.

## **1.1 Problema de pesquisa**

Diversas são as possíveis contaminações da água, podendo ser pela introdução de substâncias químicas, microrganismos ou resíduos no meio ambiente em uma alta concentração para desequilibrar as características da mesma.

Quais as restrições e indicações para o uso de águas subterrâneas no que tange a sua potabilidade?

## **1.2 Hipóteses**

As águas subterrâneas apresentam algumas propriedades que tornam o seu uso mais vantajoso em relação ao das águas dos rios: são filtradas e purificadas naturalmente através da percolação, determinando excelente qualidade e dispensando tratamentos prévios; não ocupam espaço em superfície; sofrem menor influência nas variações climáticas; são passíveis de extração perto do local de uso;

possuem temperatura constante; têm maior quantidade de reservas; necessitam de custos menores como fonte de água; as suas reservas e captações não ocupam área superficial; apresentam grande proteção contra agentes poluidores; o uso do recurso aumenta a reserva e melhora a qualidade; possibilitam a implantação de projetos de abastecimento à medida da necessidade (WREGE,1997).

Provando assim que não há restrições na utilização da água captada pelo poço artesiano neste estudo de caso.

### **1.3 Objetivos**

#### 1.3.1 Objetivo Geral

Verificar os padrões de potabilidade da água do poço artesiano quando comparada à Portaria 2914/2011.

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Analisar a qualidade de água utilizada em uma residência unifamiliar adquirida de poço artesiano através de parâmetros de potabilidade;
- Comparar os parâmetros físicos, químicos e biológicos da amostra coletada com os padrões de potabilidade.
- Comparação de custo entre a energia consumida pelas bombas em poços artesanais com a conta de água.

### **1.4 Justificativa**

#### 1.4.1 A relevância social

É de suma importância as pessoas estarem cientes da água que utilizam em casa, sabendo assim aonde aplica-las e em que pontos podem ser prejudiciais.

#### 1.4.2 A relevância acadêmica

Tal trabalho traz conhecimentos no que desrespeito a análise de águas, vazões e índices pluviométricos, vindo assim a somar os conhecimentos acadêmicos adquiridos durante o curso.

#### 1.4.3 A relevância econômica

Sabendo das restrições para a utilização de águas subterrâneas, é possível conciliar a utilização da mesma com a utilização da água de serviços públicos, vindo assim subtraindo valores da renda do usuário.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Qualidades e características física e química da água

A água é um recurso natural de suma importância para a sobrevivência humana, animal e vegetal na terra. Grande parte das atividades desenvolvidas seja no setor industrial, econômico, doméstico ou agroindustrial, não seriam possíveis de realização sem o uso desse recurso. Além de ser vital para a sobrevivência da vida no planeta, pode ser utilizada para transporte de pessoas e mercadorias, geração de energia, processos industriais em diversos setores, recreação, paisagismo, entre muitos outros (VECCHIA, 2012).

O Brasil é considerado o quinto no mundo em extensão territorial, com uma área de 8.547.403 Km<sup>2</sup>, ocupando 20,8% do território das Américas e 47,7% da América do Sul, e ainda possui 55.457 Km<sup>2</sup> de água doce, o que equivale a 1,66% da superfície do planeta, sendo também considerado um país rico em recursos hídricos, detém aproximadamente 12% de toda a água doce do mundo, possuindo uma disponibilidade hídrica de 35.732m<sup>3</sup>/hab/ano. No entanto, esta água não está distribuída de forma homogênea a toda a população do território nacional (NUNES, 2006).

Além de ser uma das substâncias mais abundantes do planeta, a água também é encontrada em três estados físicos: sólido (geleiras), líquido (oceanos e rios), e gasoso (vapor d'água na atmosfera) (FRANCISCO, 2002).

Em seu estado natural mais comum, a água é um líquido transparente, assumindo a cor azul esverdeada em lugares profundos. Possui uma densidade máxima de 1 g/cm<sup>3</sup> a 4°C e seu calor específico é de 1 cal/°C. No estado sólido, sua densidade diminui até 0,92 g/cm<sup>3</sup>, mas são conhecidos gelos formados sob pressão que são mais pesados que a água líquida (GOMES; CLAVICO, 2005).

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).

Em relação ao ponto de vista sanitário, as características químicas da água são de altíssima importância, uma vez que pode tornar a água inviável para o tratamento, já que cada situação exige uma tecnologia diferenciada para a transformação em água potável, e dependendo da maneira que esses elementos ou compostos químicos se encontram na água é irrealizável a sua remoção (CORRÊA, 2007).

As impurezas químicas resultam da presença de substâncias dissolvidas e estão relacionadas com a dureza, alcalinidade, salinidade e agressividade da água.

### 2.1.1 Características físicas da água

#### 2.1.1.1 Cor

É resultante de substâncias metálicas como ferro e manganês, matérias húmicas, taninos, provenientes de origem mineral ou vegetal, ou por resíduos orgânicos ou inorgânicos de indústrias, tais como: mineração, refinarias, explosivos, polpa e papel e outras. A cor é esteticamente indesejável para o consumidor em sistemas públicos de abastecimento de água e economicamente prejudicial para algumas indústrias (BATTALHA; PARLATORE, 1977).

#### 2.1.1.2 Turbidez

De acordo com Farias (2006), quando a água recebe certa quantidade de partículas que permanecem por algum tempo em suspensão ela é considerada turva. Estas partículas podem ser oriundas do próprio solo quando não há mata

ciliares ou provenientes de atividades minerais, como portos de areia, exploração de argila, indústrias, ou mesmo de esgoto das cidades.

O valor máximo permitido pela Portaria nº 2.914/2011, do Ministério da Saúde é de 5uT (BRASIL, 2011).

Esta restrição é baseada na influência da turbidez nos processos usuais de desinfecção, atuando como escudo aos microrganismos patogênicos e assim minimizando a ação do desinfetante (BRASIL, 2006).

#### 2.1.1.3 Sabor e odor

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 2.914/2011, do Ministério da Saúde exige que a água não apresente tais características (BRASIL, 2011).

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).

#### 2.1.1.4 Temperatura

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).

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).

## 2.1.2 Classificações químicas da água

### 2.1.2.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH indica se a água é ácida, básica ou neutra. A água é considerada neutra, quando o seu pH está em torno de 7; ela será ácida quando o intervalo estiver entre 0 e 7; e será básica quando estiver entre 7 e 14. Em água destinada à irrigação de culturas a faixa de pH adequada varia de 6,5 a 8,4. Valores fora desta faixa podem provocar deterioração de equipamentos de irrigação (AYRES & WESTCOT, 1991).

A faixa de valores limite de pH para o padrão de potabilidade da Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde está entre 6,0 e 9,5 (BRASIL, 2011).

### 2.1.2.2 Alcalinidade

A medida total das substâncias presentes na água, e capazes de neutralizarem ácidos. Em outras palavras, é a quantidade de substâncias presentes na água e que atuam como tampão. Se numa água quimicamente pura (pH=7) for adicionada pequena quantidade de um ácido fraco seu pH mudará instantaneamente. Numa água com certa alcalinidade a adição de uma pequena quantidade de ácido fraco não provocará a elevação de seu pH, porque os íons presentes irão neutralizar o ácido (BATTALHA & PARLATORE, 1977).

### 2.1.2.3 Acidez

Para o Ministério da Saúde (2006), a origem da acidez tanto pode ser natural (CO<sub>2</sub>) absorvido da atmosfera ou resultante da decomposição de matéria orgânica ou antropogênica (despejos industriais, passagem da água por minas abandonadas). A distribuição das formas de acidez é função do pH da água, onde um pH maior que 8,2 indica CO<sub>2</sub> livre ausente; pH entre 4,5 e 8,2 indica pH influenciado por gás carbônico e um pH menor que 4,5 indica acidez por ácidos minerais fortes, geralmente resultantes de despejos industriais.

#### 2.1.2.4 Cloreto

Concentrações o íon cloreto na água podem trazer restrições ao sabor da água, dessa forma fazendo com que seja rejeitada pelo consumidor. Esse íon tem efeito laxativo em alguns casos. Em geral, é a associação do cálcio, magnésio, sódio e potássio com o cloreto, que produz o efeito nocivo (BATTALHA; PARLATORE, 1977).

Segundo Meyer (1994, p.103):

A reação com alguns compostos orgânicos leva à formação de trihalometanos (THM), possíveis causadores de câncer, onde sua formação se inicia quando há o contato entre os reagentes (cloro e ácidos húmicos e fúlvicos) e pode continuar ocorrendo por muito tempo, enquanto houver reagente disponível, principalmente o cloro livre.

#### 2.1.2.5 Fluoreto

As águas subterrâneas apresentam quantidade de compostos de flúor maiores que em águas superficiais. Sua solubilidade e quantidade que o fluoreto é encontrado dependem da natureza da formação rochosa, da velocidade com que passa a água sobre as rochas e da porosidade dessas rochas, como também da temperatura local. Concentrações muito altas de fluoreto podem eventualmente causar fluorose dentária e danos no esqueleto das crianças e adultos (BATTALHA; PARLATORE, 1977).

#### 2.1.2.6 Sódio

A salinidade é a medida dos teores de sais dissolvidos na água. Esses sais favorecem o crescimento das plantas, mas em excesso tornam-se prejudiciais, e podem afetar o sabor da água. Os sais de sódio são muito solúveis e sua concentração na água natural mostra considerável variação, tanto local como regional. Em adição às fontes naturais de sais de sódio, as outras fontes são os esgotos domésticos e os efluentes industriais. A concentração de sódio nas águas subterrâneas pode variar com a profundidade do poço e alcançar maiores concentrações do que nas águas superficiais. A remoção do sódio é onerosa e não é comum nos processos convencionais de tratamento de água para abastecimento.

São as restrições ao uso de sódio por pessoas sofrendo de problemas renais, hipertensão, edemas associados à falha cardíaca congestiva e mulheres com toxemia de gravidez, que tornam necessário avaliar o nível de sódio na água de consumo humano (BATTALHA; PARLATORE, 1977).

#### 2.1.2.7 Ferro

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).

#### 2.1.2.8 Manganês

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).

#### 2.1.2.9 Nitrato

Dentre as substâncias encontradas na água, o composto nitrogenado em seus diferentes estados de oxidação (nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato) pode apresentar riscos à saúde humana. A presença do nitrogênio na água pode ser de origem natural, como matéria orgânica e inorgânica e chuvas; e antrópica, como esgotos domésticos. O nitrato, um dos mais encontrados em águas naturais, apresenta-se em baixos teores nas águas superficiais, podendo alcançar altas concentrações em águas profundas, como nas fontes minerais, por ser altamente

lixiviante nos solos, contaminando corpos d'água e aquíferos subterrâneos (ALABURDA; NISHIHARA, 1998).

#### 2.1.2.10 Dureza total

A dureza total é calculada como sendo a soma das concentrações de íons cálcio e magnésio na água, expressos como carbonato de cálcio. Pode ser dividida como temporária ou permanente. A dureza temporária, também chamada de dureza de carbonatos, é causada pela presença de bicarbonatos de cálcio e magnésio. Esse tipo de dureza resiste à ação dos sabões e provoca incrustações. É denominada de temporária porque os bicarbonatos, pela ação do calor, se decompõem em gás carbônico, água e carbonatos insolúveis que se precipitam. A dureza permanente, também chamada de dureza de não carbonatos, é devida à presença de sulfatos, cloretos e nitratos de cálcio e magnésio, resiste também à ação dos sabões, mas não produz incrustações por serem seus sais muito solúveis na água. Não se decompõe pela ação do calor. A Portaria MS nº 2.914/2011 estabelece para dureza total o teor de 500 mg/L em termos de  $\text{CaCO}_3$  como o valor máximo permitido para água potável (FUNASA, 2006).

#### 2.1.2.11 Cloro residual

O cloro é um produto químico utilizado na desinfecção da água. Sua medida é importante e serve para controlar a dosagem que está sendo aplicada e também para acompanhar sua evolução durante o tratamento. A Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde determina a obrigatoriedade de se manter, no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre ou 2 mg/L de cloro residual combinado em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede). Também recomenda que o teor máximo de cloro residual livre em qualquer ponto do sistema de abastecimento seja de 2 mg/L. Os principais produtos utilizados são: hipoclorito de cálcio, cal clorada, hipoclorito de sódio e cloro gasoso.

### 2.1.2.12 Alumínio

Assim como a legislação brasileira, a Organização Mundial da Saúde (OMS) estabelece como concentração máxima de alumínio total na água potável o teor de 0,2 mg/L, como limite de palatabilidade. O consumo médio de 1 a 2 litros de água por dia, em todas as formas contribui com 1 a 2 mg de alumínio na dieta (FONTE:<http://abal.org.br/>) Segundo Walter e Back (2006) todo elemento químico é tóxico quando absorvido além da capacidade de assimilação do organismo receptor (Allen et al, 1993 apud Machado et al, 2000). Segundo Müller (2003) a intoxicação por alumínio na forma aguda é causada pela ingestão de compostos e a crônica por inalação. A presença de altos níveis de alumínio no organismo causa efeitos neurotóxicos, afeta os ossos e, desregula o sistema reprodutor. O excesso de alumínio no organismo provoca constipação intestinal, cólicas abdominais, anorexia, cefaleia, esquecimento, distúrbios de aprendizado, hiperatividade, crises convulsivas, redução da coordenação motora, demência pré-senil, padrão de fala alterada, diminuição das funções hepáticas e renais.

### 2.1.3 Microrganismos

As palavras germes e micróbios trazem a mente de muitas pessoas o sinônimo de pequenas criaturas que não se sabem a qual categoria elas se encaixam. Esses micróbios são chamados de microrganismos, individualmente muito pequenos e não são vistos a olho nu. O grupo inclui protozoários, fungos (leveduras e mofos), bactérias e algas. Os vírus também estão incluídos porém são entidades acelulares, sendo o limite entre os seres vivos e não-vivos (TORTORA, FUNKE; CASE, 2005).

#### 2.1.3.1 Protozoários

Protozoários habitam variados tipos de ambiente como a água e o solo. A sua reprodução pode ser assexuada e sexuada com produção e união dos gametas; outras realizam troca de material genético para aumentar a variabilidade de indivíduos através de conjugação. Quando estão desfavoráveis as condições do

meio, alguns protozoários parasitas de água podem adotar a forma de cisto: diminuem de volume, perdem organelas e formam uma resistente casca, voltando à forma ativa quando as condições estiverem favoráveis novamente (LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2005).

### 2.1.3.2 Bactérias

Segundo Linhares; Gewandsznajder (2005) as bactérias são organismos constituídos de uma única célula procariótica ou de agregados dessas células, formando colônias, a sua reprodução é de forma assexuada ou por esporos, células protegidas por uma cápsula, permitindo a sua sobrevivência em condições adversas. Existe outra simples forma de reprodução sexuada, a conjugação que consiste na transferência do material genético de um indivíduo para outro. As bactérias patogênicas vinculadas à água podem transmitir várias doenças como: disenteria bacilar, tétano, tracoma, leptospirose, cólera e febre tifóide.

O grupo coliforme é dividido em coliformes totais e coliformes termotolerantes ou fecais (MACÊDO, 2001).

Os coliformes totais (CT) e termotolerantes (CTo) são os indicadores de contaminação mais usados para monitorar a qualidade sanitária da água. As análises microbiológicas irão apontar a presença ou não de coliformes totais e coliformes fecais, que podem ser ou não patogênicos (BETTEGA et al., 2006).

### 2.1.3.3 Coliformes totais

Coliformes totais (bactérias do grupo coliforme) - bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a  $35,0 \pm 0,5$  °C em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima  $\beta$  -galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo (BRASIL, 2004).

#### 2.1.3.4 Escherichia Coli

Escherichia Coli - bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a  $44,5 \pm 0,2$  °C em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidroliza a uréia e apresenta atividade das enzimas  $\beta$  galactosidase e  $\beta$  glucoronidase, sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos (BRASIL, 2004).

As técnicas de detecção de coliformes e Escherichia coli são práticas e relativamente rápidas e vários são os métodos disponíveis, dentre eles, tubos múltiplos, contagem em membranas filtrantes e substratos cromogênicos (SOUZA; DANIEL, 2008 apud DUARTE, 2011).

## 2.2 Padrões de potabilidade segundo a portaria 2914/2011

A Portaria do Ministério da Saúde nº 2914/2011 estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e dá outras providências.

A Portaria n.º 2914/2011 estabelece, em seus capítulos e artigos, as responsabilidades por parte de quem produz a água, no caso, os sistemas de abastecimento de água e de soluções alternativas, a quem cabe o exercício de “controle de qualidade da água” e das autoridades sanitárias das diversas instâncias de governo, a quem cabe a missão de “vigilância da qualidade da água para consumo humano”. Também ressalta a responsabilidade dos órgãos de controle ambiental no que se refere ao monitoramento e ao controle das águas brutas de acordo com os mais diversos usos, incluindo as fontes de abastecimento de água destinada ao consumo humano.

Em seu art. 1º aprova a Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano de uso obrigatório em todo território nacional e apresenta as normas de qualidade e conceitos sobre a potabilidade da água e ainda os deveres e responsabilidades do poder público, seja Federal, Estadual e Municipal.

O artigo 4º traz em seu inciso I a definição de água potável como “água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde” (BRASIL, 2004).

### **2.3 Águas subterrâneas**

As águas subterrâneas representam, para muitos países, uma origem extremamente importante. O peso relativo que têm depende fundamentalmente das características hidrogeologias e do clima das diferentes regiões. A proximidade do local de utilização é um motivo ao uso generalizado desse tipo de água, e também pela sua qualidade, uma vez que podem estar livres de patógenos e contaminantes, indicando que as águas subterrâneas apresentam vantagens, em relação às águas superficiais, devido à sua relativa estabilidade química e biológica (TUNDISI, 2003).

Estima-se que a totalidade dos recursos subterrâneos de água doce seja de cerca de 10000000 km<sup>3</sup> — mais de duzentas vezes o total dos recursos de água doce renovados anualmente pela chuva. Isto acontece porque a maior parte dos recursos de água subterrânea se acumulou ao longo de séculos, ou mesmo milênios. Em alguns locais, eles são testemunho de climas mais úmidos que existiram no passado. Atualmente, estes recursos únicos de água doce podem mesmo ser encontrados em zonas desertas. A enorme quantidade de água doce existente no globo é renovada, anualmente, devido à precipitação atmosférica (STRUCKMEIER, 2007).

Essa água apresenta-se mais protegida devido ao solo e cobertura rochosa. É por isso também que, em diversas partes do mundo, a maior parte da água que se bebe é água subterrânea (TUNDISI, 2003).

Mas a água subterrânea está em perigo, devido ao aumento da população humana, às modificações do uso da terra e ao aceleração da industrialização. A água subterrânea poluída, quando em casos extremos, a melhor situação é abandonar completamente sua utilização por muito tempo, pois para sua descontaminação é preciso o intermédio de processos caros e demorados. A ciência e a tecnologia estão cada vez mais empenhadas em ajudar de forma a evitar os

efeitos mais nocivos. Por isso esses fatos estão cada vez mais reconhecidos pela comunidade internacional. Os preciosos recursos de água subterrânea precisam, cada vez mais, de ser protegidos e bem geridos, de forma a permitir a sua utilização sustentável em longo prazo (STRUCKMEIER, 2007).

Em termos de aceitação a qualidade natural (água bruta) é estabelecida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) através da Resolução No 396/2008. Quando tratada, os padrões de potabilidade são estabelecidos pela Portaria No 2914/2011 do Ministério da Saúde. A garantia de consumo humano de água segundo padrões de potabilidade adequados é questão relevante para a saúde pública. No Brasil, a Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano, aprovada na portaria nº 2914 de 12 de março de 2011, do Ministério da Saúde, define os valores máximos permissíveis (VMP) para as características bacteriológicas, organolépticas, físicas e químicas da água potável (Brasil, 2000). De acordo com o art. 4º dessa portaria, água potável é a água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereçam risco à saúde.

Além de ser potável, a água deve ser produzida e distribuída de forma que não ofereça riscos à saúde. Boas práticas buscam minimizar os efeitos não desejáveis no abastecimento de água. Exemplo disto é o monitoramento contínuo acerca do bom estado de conservação das redes de distribuição.

Para analisar a conformidade dos padrões no estudo de caso em questão, realizamos análises físico-químicas e bacteriológicas. As análises foram feitas tanto em água bruta quanto em água tratada. Em seguida, os resultados foram comparados as normas referentes e analisadas as conformidades dos mesmos – resolução CONAMA 395/2008 (água bruta) e Portaria 2914/2011 (água tratada).

## **2.4 Precipitação**

Segundo Carvalho; Silva (2006), entende-se por precipitação a água proveniente do vapor de água da atmosfera depositada na superfície terrestre sob qualquer forma: chuva, granizo, neblina, neve, orvalho ou geada. Representa o elo

de ligação entre os demais fenômenos hidrológicos e fenômeno do escoamento superficial, sendo este último o que mais interessa ao engenheiro.

## 2.5 Bombas Hidráulicas

Bomba é uma máquina hidráulica que tem a capacidade de elevar a pressão de um fluido, comunicando energia.

Em bombas tipo centrífugas, a força centrífuga produzida ao fluido através de uma roda ou propulsor, move-se dentro de um corpo ou caixa, assim orientando o fluido até à saída, gerando o aumento de pressão (LENCASTRE, 1996).

Com base no propulsor, classifica-se três classes:

- a) Bombas centrífugas ou de escoamento radial - o desenvolvimento da pressão neste tipo de bomba, acontece basicamente pela ação da força centrífuga. O líquido bombeado entra axialmente pelo centro e sai radialmente pela periferia; adaptando-se, geralmente a grandes alturas de elevação (LENCASTRE, 1996);
- b) Bombas de escoamento misto ou diagonal - neste tipo, a pressão é desenvolvida, em parte, pela força centrífuga e, em parte, pela ação da sucção das pás do rotor sobre o líquido. Assim, o líquido entra axialmente e sai em uma direção média entre axial e diagonal. São utilizadas principalmente quando pretende-se recalcar o líquido a alturas médias (LENCASTRE, 1996);
- c) Bombas de escoamento axial - “o líquido entra axialmente e sai em movimento helicoidal em direção praticamente axial” (PORTO, 2001)..

## **3 METODOLOGIA**

### **3.1 Localização da área de estudo**

O presente estudo foi realizado no município de Palmas que faz parte da Região Norte do Brasil, com 2.218km<sup>2</sup> de extensão territorial, localizado à margem direita do rio Tocantins, cujas coordenadas geográficas são 10°11'27.2"S 48°17'47.8"W.

### **3.2 Coleta de amostras**

O procedimento utilizado para as coletas das amostras de água provenientes do poço artesiano estudado em questão seguiram as recomendações da Fundação Nacional de Saúde (FNS), através do Manual Prático de Análise de Água (BRASIL, 2006). As amostras devidamente acondicionadas em caixas de isopor, foram encaminhadas ao laboratório de análises de águas da Universidade federal do Tocantins. Coletou-se uma amostra para análise in situ de pH,; e amostras para análises físicas e químicas posteriores no laboratório.

### **3.3 Metodologia das análises**

#### 3.3.1 Turbidez

Para a realização desse teste foi feita a comparação da luz refletida pela amostra, com a luz refletida por uma solução padrão de referência (suspensão de

formazina a 1 ppm), quanto maior for a intensidade da luz refletida, maior será a turbidez. Esse método utiliza o processo nefelométrico (APHA, 2005).

### 3.3.2 Cor aparente

O equipamento utilizado para a medição da cor é o colorímetro microprocessado POLICONTROL, esse realiza leituras em comprimento de onda de 430 nm a 620 nm e o método a ser utilizado foi o colorimétrico (Standard Methods). O termo cor se refere à cor verdadeira, após a remoção da turbidez. (APHA, 2005).

### 3.3.3 Fluoretos

Esse método é baseado na combinação entre o íon fluoreto e um pigmento vermelho intenso de zircônio complexado, esse é chamado colorimétrico, onde o fluoreto é combinado com parte do zircônio para formar um complexo incolor de fluoreto de zircônio ( $ZrF_6^{2-}$ ). A perda de intensidade da cor é proporcional à quantidade de fluoretos na amostra. Os ' expressos em ppm (mg/L) de fluoretos, lidos no calorímetro HACH (APHA, 2005).

### 3.3.4 Ferro

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 (SABESP, 1994). 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". Por estes motivos, o ferro constitui-se em padrão de potabilidade, tendo sido estabelecida à concentração limite de 0,3 mg/L na Portaria nº 2.914/2011 do MS (BRASIL, 2011).

### 3.3.5 Cloreto

O método utilizado consiste na titulação da amostra contendo cloretos com a solução padrão de nitrato de prata, na presença do indicador cromato de potássio (APHA, 2005).

O método utilizado é o de Mohr, que consiste na titulação da amostra contendo cloretos com a solução padrão de nitrato de prata, na presença do indicador cromato de potássio. O ponto final da titulação é alcançado com o primeiro excesso de íons prata que reage com o indicador precipitando cromato de prata vermelho (APHA, 2005).

### 3.3.6 Temperatura

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

### 3.3.7 pH

O valor do pH das amostras foi medido em pHmetro de bancada imediatamente após a coleta (APHA, 2005). A intensidade da tensão medida é convertida para uma escala de pH, assim o aparelho faz essa conversão tendo como uma escala usual de 0 a 14 pH ( GUBERT, 2014).

### 3.3.8 Alcalinidade

É representada pela presença dos íons hidróxido, carbonato e bicarbonato (APHA et al., 2005). Conhecer o nível de concentração dos íons será possível determinar medida de agentes flocculantes e também informar as características corrosivas ou incrustantes da água analisada. Em teores elevados, a alcalinidade pode proporcionar sabor desagradável à água. Assim, a alcalinidade mede a capacidade da água em neutralizar os ácidos. A medida da alcalinidade é muito importante para o processo de tratamento de água, já que, “é em função do seu teor que se estabelece a dosagem dos produtos químicos utilizados” (BRASIL, 2006, p. 38).

### 3.4 Análises dos dados

Para conhecer a potabilidade da amostra de água foi utilizada como referência os Padrões de potabilidade descrito na Portaria 2914/11, e analisados os valores máximos permitidos para cada um desses parâmetros.

## 4 Dimensionamento da bomba

Nas etapas foram determinadas as perdas de cargas, tanto a perda ao longo da tubulação, quanto as localizadas. Para o cálculo da perda ao longo da tubulação foi aplicada a fórmula de Hazen-Willians:

$$hf = \frac{10,643 * Q^{1,852}}{C^{1,852} * D^{4,87}} * Leq \quad \text{Eq. (2)}$$

Para o cálculo das perdas de carga localizadas, ou seja, aquela provocada pelo encurtamento da seção da tubulação ou pela mudança de direção (NETTO, 1998), através das peças utilizadas na canalização de sucção e de recalque (válvula de pé com crivo, curvas, redução, etc.) usou-se o método de comprimento equivalente de singularidade.

Possibilitou conhecer a altura manométrica através da formula a baixo:

$$H_m = H_g + h_f \quad \text{Eq. (3)}$$

A etapa seguinte consistiu no conhecimento do rendimento o qual os conjuntos moto bombas estão trabalhando, para tal aplicada a fórmula abaixo:

$$P = \frac{\gamma * Q * H_{man}}{75 * n} \quad \text{Eq. (4)}$$

Logo em seguida, verificou-se o catálogo do fabricante das bombas atuais, após análise das curvas características, assim, foi apurado o atual rendimento do sistema hidráulico e proporcionou a escolha da bomba capaz de atender as necessidades do projeto.

Com a situação em mãos, o passo seguinte, comparou-se com um novo projeto, assim, almejando a garantia de maior eficiência. Essa comparação ocorreu de tal forma que permitiu ressaltar os principais aspectos de um sistema de bombeamento (quantidade de bombas, forma de instalação, potência instalada, rendimento, etc.)

Por fim, foram apresentados os pontos positivos que o projeto indicou, enfatizando onde pode investir de forma a otimizar o trabalho de pressurização do Projeto Hidro Agrícola São João – EB-001.

## 4 RESULTADOS E DISCUÇÕES

### 4.1 Análises e comparações dos parâmetros físicos, químicos e biológicos

Neste trabalho de pesquisa foi estudado a potabilidade de água obtido por um poço artesiano em uma residência unifamiliar em Palmas-TO, analisando os parâmetros físico-químicos:

Parâmetros físico-químicos			
Alumínio	mg/L	0,016	0,2
Cloreto	mg/L	2,1	250
Cor Aparente	mg Pt/L	1	15
Ferro	mg/L	0,03	0,3
Manganês	mg/L	0,2	0,1
Nitrato	mg/L	0	10
Nitrito	mg/L	0,005	1
Amônia	mg/L	0,01	1,5
Fluoreto	mg/L	0,38	1,5
pH	-	6,14	6 - 9, 5
Salinidade	mg/L (NaCl)	18,34	-
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	10,38	1000
Sulfato	mg/L	0	250
Turbidez	NTU	1,58	5
Parâmetros microbiológicos			
Coliformes Totais	NMP/100 (mL)	11	Ausência em 100 mL
<i>Escherichia Coli</i>	NMP/100 (mL)	1203,3	Ausência em 100 mL

1Valores Máximos Permitidos estabelecidos pela Resolução ANVISA 2914, de 12 de Dezembro de 2011.

#### 4.1.1 Alumínio

Nos resultados obtidos o alumínio encontrado foi de 0,016mg/L que é inferior ao valor máximo permitido pela portaria, que é de 0,2mg/L constatando então que o teor de alumínio na água está dentro dos parâmetros para uso.

Concentrações significativas de alumínio podem aumentar o risco de desenvolver a doença de Alzheimer. Este parâmetro é um componente neurotóxico, além de indutor ou causador de distúrbios neurológicos (CUNHA et al., 2012).

Metais também podem comprometer a qualidade da água. Silva (1997) afirma que a intoxicação por metais se desenvolve lentamente e muitas vezes só pode ser identificada após anos ou décadas, e sua presença reduz a capacidade autodepurativa da água devido à ação tóxica sobre os microrganismos que realizam esse processo.

#### 4.1.2 Cloreto

Os cloretos costumam se apresentar na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio. Altas concentrações de cloretos podem restringir o uso da água em razão do sabor que eles conferem e pelo efeito laxativo que eles podem provocar. A Portaria do Ministério da Saúde estabelece o teor de 250 mg/l como o valor máximo permitido para água potável, porém na amostra em questão obtivemos um valor inferior (2,1mg/L) não trazendo restrições para água refente a cloretos.

#### 4.1.3 Cor Aparente

A cor aparente obtida na amostra é 1,0 mg Pt/L onde o maior valor permitido é 15,0 mg Pt/L, mostrando assim a ausência ou baixa quantidade de resíduos na amostra.

#### 4.1.4 Ferro e Manganês

O VMP de ferro segundo a Portaria é de 0,3 mg/L, superior 10 vezes ao valor encontrado na amostra provando assim que atende aos padrões da portaria. Já para o manganês a amostra apresenta um valor o dobro do permitido pela norma, saindo assim dos padrões de potabilidade. A água que causa manchas pretas possui partículas de manganês. O excesso de ferro e de outros metais alteram o sabor e

aparência da água. O sabor da água pode apresentar-se metálico, mesmo que visualmente a coloração esteja normal, pois a coloração enferrujada só aparece depois de alguns minutos em contato com o ar (AZEVEDO, 2006).

Segundo CPRM (1997) no corpo humano, o ferro atua na formação da hemoglobina (pigmento do glóbulo vermelho que transporta oxigênio dos pulmões para os tecidos). A sua carência pode causar anemia e seu excesso pode aumentar a incidência de problemas cardíacos e diabetes. A avaliação do ferro nas águas subterrâneas para o consumo humano se dá em função de suas propriedades organolépticas.

#### 4.1.5 Nitrito e Nitrato

A concentração de nitrato encontrada estava nula, portanto não chegando nem perto do valor máximo permitido que é de 10 mg/L, já o nitrito foi encontrado o valor de 0,005 mg/L que também é muito inferior ao permitido que é 1,0 mg/L.

Porém, essas concentrações podem ser alteradas devido ao uso intensivo de fertilizantes na agricultura e a coleta e disponibilização inadequada dos esgotos domésticos (ROSSI et al., 2007).

O nitrato, em particular, pode alcançar os lençóis freáticos e cursos de água, causando enfermidades pelo consumo de água contaminada (cianose infantil ou metaemoglobinemia e câncer no estômago) e danos ambientais, tais como a eutrofização (CUNHA et al., 2012; BURT, 1993).

#### 4.1.6 Amônia

Analisando a amônia, chegou-se a quantidade de 0,01 mg/L, onde o VMP é de 1,5 mg/L. Os compostos nitrogenados podem ser usados como indicadores da idade da carga poluidora (esgoto). A presença de amônia pode caracterizar poluição recente por esgotos domésticos (MACÊDO, 2001).

#### 4.1.7 Fluoreto

A Portaria informa como limite máximo 1,5 mg/L, e a amostra análise deu um valor de 0,38 mg/L, portanto referente a fluorestos não há restrições sobre a água em estudo.

#### 4.1.8 pH

O pH obtido na amostra foi de 6,14, onde deveria ser maior que 6 e menor que 9,5, estando assim bem próximo do valor mínimo permitido pelos parâmetros de potabilidade de água.

Quando a água é destinada à irrigação de culturas a faixa de pH adequada varia de 6,5 a 8,4. Segundo Ayres & Westcot (1991), valores fora desta faixa podem provocar deterioração de equipamentos de irrigação. A faixa de valores limite de pH para o padrão de potabilidade da Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde está entre 6,0 e 9,5 (BRASIL, 2011).

#### 4.1.10 Salinidade

A salinidade da amostra foi de 18,34 mg/L de NaCl, onde seguindo os parâmetros da norma deveria ser nula, sendo este um parâmetro em não conformidade também.

#### 4.1.11 Sólidos Totais Dissolvidos

O valor da análise para sólidos foi 10,38 mg/L, uma vez que o VMP é de 1000 mg/L a amostra está apta para consumo segundo este parâmetro.

#### 4.1.12 Turbidez

O valor máximo permitido pela Portaria nº 2.914/2011, do Ministério da Saúde é de 5NTU. O valor médio da análise para turbidez da água foi 1,58NTU mostrando-se conforme.

#### 4.1.13 Coliformes Totais e *Escherichia Coli*

Nas análises microbiológicas ao comparar com a Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde os parâmetros não param, sendo estes parâmetros de inconformidade da amostra. A água potável deve comprovar ausência de bactérias coliformes totais ou *Escherichia coli* em volume de amostragem de 100 mL apresentando assim inconformidades com a amostra.

Os coliformes apresentam capacidade de se multiplicar na água. Além disso, sua identificação é relativamente fácil, pois esse grupo fermenta a lactose, produzindo gases que são observados durante os ensaios (BRASIL, 2006). A proliferação da bactéria pode trazer riscos referentes a transmissão de doenças.

## **4.2 Comparativo do consumo de custo entre água bombeada e água pública**

Através de dados obtidos por empresas privadas em Palmas, foi possível o conhecimento dos dados utilizados, aplicando os cálculos descritos abaixo

No primeiro momento foram calculadas as perdas de cargas ao longo da tubulação, por meio das fórmulas apresentadas por Netto *et. al.* (1998). Sendo que primeiramente foi calculada as perdas de cargas locais, aquelas que são provocadas pelo emprego de peças especiais, através do método denominado de comprimento virtual ou equivalente de singularidade (Le), conforme a tabela 1 e tabela 2 abaixo:

**Tabela 2 - Perdas de Cargas**

<b>Perdas de cargas</b>	
<b>Sucção</b>	
<b>Diâmetro de sucção (m)</b>	0,04
<b>Curva de 90°</b>	0,732
<b>Válvula de retenção (m)</b>	3,42
<b>Comprimento equivalente (m)</b>	4,163

<b>Recalque</b>	
<b>Diâmetro recalque (m)</b>	0,02
<b>Comprimento vertical recalque (m)</b>	12,00
<b>Válvula retenção (m)</b>	1,84
<b>Registro de gaveta (m)</b>	0,15
<b>Curvas de 90°</b>	0,43
<b>Comprimento equivalente (m)</b>	14,43

Fonte: Empresa privada não identificada

Após conhecer os comprimentos equivalente de sucção e recalque, foi calculado a perda de carga total ao longo da tubulação utilizando a fórmula de Hazen-Williams conforme adverte Azevedo Neto (1998).

$$hf = \frac{10,643 * Q^{1,852}}{C^{1,852} * D^{4,87}} * Leq$$

Onde:

$hf$  = perda de carga (m);

$Q$  = vazão (m<sup>3</sup>/s);

$C$  = coeficiente adimensional que depende da natureza das paredes do tubo;

$D$  = diâmetro do tubo;

$Leq$  = Comprimento Equivalente.

Para esse cálculo foi utilizado  $C=130$  (Ferro fundido) conforme figura 2 apresentada por Azevedo Neto (1998) e a vazão de 4,2 m<sup>3</sup>/s foi dividida pelo número de bombas, sendo assim, tem-se que:

$$hf = \frac{10,643 * (2,77E - 3)^{1,852}}{140^{1,852}} * \left( \frac{4,163}{0,04^{4,87}} + \frac{114,43258,678}{0,02^{4,87}} \right) \therefore hf = 56,69 \text{ m}$$

Logo após, calculou-se a altura manométrica (Hmt) para ambas bombas, que pode ser compreendida como a altura geométrica somada com todas as perdas de

cargas ao longo de toda a tubulação (NETTO et. al., 1998), para tanto aplicou-se a fórmula abaixo:

$$H_{mt} = H_g + h_f \therefore H_m = H_s + H_r + h_f$$

Onde:

$H_{mt}$  = altura manométrica;

$H_g$  = altura geométrica (soma das alturas de sucção e recalque);

$H_s$  = altura de sucção;

$H_r$  = altura de recalque;

$h_f$  = perda de carga.

Logo, tem-se que:

$$H_{mt} = 56,69 + 30 \therefore H_{mt} = 86,69 \text{ m}$$

Com o conhecimento da altura manométrica e com emprego da fórmula descrita abaixo foi possível identificar qual a potência e o rendimento em que a bomba esta trabalhando:

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

Onde:

$P$  = potência em cv

$\gamma$  = peso específico do líquido a ser elevado, em Kgf/m<sup>3</sup>;

$Q$  = vazão, em m<sup>3</sup>/s;

$H_{man}$  = altura manométrica em m;

Desse modo, tem-se:

$$P = \frac{1000 * 86,69 * 2,77E - 3}{0,75 * 75} \therefore P = 4,26 \text{ cv} \therefore P_{comercial} = 5 \text{ cv}$$

Encontrando tal potência, partiu-se para encontrar uma que se enquadrasse a esses valores, a bomba encontrada foi a Bomba Submersa Ebara Op43i-30 5Cv

Trifásica 220v que gera um consumo de 4,47 kW/h e bombeia cerca de 10.000 litros por hora.

Pegando as contas locais referentes a energia e água, foi concluí-se que é pago 1,12 reais/kW e 16,72 reais por metro cúbico de água. Ao fazer o comparativo, concluí-se que utilizando a bomba seria gasto 0,5 reais para bombear um metro cúbico, enquanto utilizando o abastecimento público esse valor é de 16,72 reais. Concluindo que há uma real economia ao utilizar a água subterrânea. Porém para os cálculos não foram considerados outros fatores, como investimento até conseguir a captação de água, tratamento da água, implantação do abastecimento bombeado entre outros.

## 5 CONCLUSÕES

Análise e comparação de todas as características físico-químicas da amostra foi comprovada a divergência dos resultados com a hipótese levantada neste estudo de caso. Mesmo com todos os pontos benéficos citados nesta monografia no que desrespeito a águas subterrâneas, foi comprovado que a água extraída do poço artesiano em questão não pode ser diretamente usada para o consumo humano, pois apresenta inconformidades com os padrões de potabilidade da Portaria nº 2.914/2011, trazendo valores de manganês, salinidade e materiais microbiológicos superiores ao valor máximo permitido (VMP), precisando de tratamento prévio para ser consumida.

Concluindo que a análise de potabilidade de água da residência unifamiliar deste estudo de caso, obtida através de um poço artesiano foi dada com não potável.

No que tange ao comparativo de custos referente ao consumo água bombeada e fornecimento público foi concluído que há uma grande economia no que se relaciona a água bombeada, porém sem a ter a segurança da potabilidade da água e sem ter noção dos cálculos relacionados aos investimentos da implantação do sistema que capta a água subterrânea.

## REFERÊNCIAS

ALABURDA, J.; NISHIHARA, L. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. *Revista de Saúde Pública*, v. 32, n. 2, p. 160–165, 1998.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA); AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA); WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF). **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**. 21. ed. 2005.

BATTALHA, B. L.; PARLATORE, A. C. **Controle da Qualidade da água para consumo humano**. 2 ed. São Paulo: Gráfica CETESB, 1977. 198p.

BETTEGA, J. M. P. R.; MACHADO, M. R.; PRESIBELLA, M.; BANISKI, G.; BARBOSA, C. A. **Métodos analíticos no controle microbiológico da água para consumo humano**. *Ciência e Agro tecnologia*, v.30, n.5, p. 950-954, 2006.

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

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm./2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm./2011/prt2914_12_12_2011.html)>. Acesso em: 21 mar 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. *Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]*, Brasília, 26 mar. 2004. Seção I, p. 266.

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

BURT, T. P.; HEATHWAITE, A. L.; TRUDGILL, S. T. Nitrate process, patterns and management. **Chichester**, John Wiley, cap.15, p. 404-8, 1993.

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

CHARRIERE, G.; MOSSEL, D. A. A.; BEAUDEAU, P; *et al.* **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. 1994. Disponível em: <[http://www.yearofplanetearth.org/content/downloads/portugal/brochura2\\_web.pdf](http://www.yearofplanetearth.org/content/downloads/portugal/brochura2_web.pdf)> Acesso em: 16 mar 2017.

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.

FRANCISCO, W. C. **Água**. 2002. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/geografia/agua.htm>>. Acesso em: 23 mar 2017.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Hidrogeologia: Conceitos e aplicações**. Coordenadores: Feitosa F. A. C. & Filho, J. M. Fortaleza: CPRM, LABHID- UFPE, 1997.

CUNHA, A. C. et al. Simulação da Hidrodinâmica, Dispersão de Poluentes e Análise de Respostas de Estações Virtuais de Monitoramento no Rio Matapi - AP. **Revista de Estudos Ambientais** (Online), v. 13, n.2, p. 18-32, 2011.

DUARTE, P. B. Microrganismos indicadores de poluição fecal em recursos hídricos. 2011. 52 f. Monografia (Especialização em Microbiologia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

FUNASA (FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE). **Manual de Saneamento**. 3 ed. rev. Brasília: FUNASA, 2006.

GOMES, Abílio Soares; CLAVICO, Etiene. **Propriedades Físico-Químicas da Água**. Universidade Federal Fluminense. Departamento de Biologia Marinha. Rio de Janeiro: UFF, 2005. Disponível em: <<http://www.uff.br/ecosed/PropriedadesH2O.pdf>> Acesso em: 20 mar 2017.

GRASSI, M. T. **As águas do planeta terra**. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, Edição especial, p. 31-40, 2001.

LANCASTRE, Armando. **HIDRÁULICA GERAL**. Lisboa: G.C. - Gráfica de Coimbra, Lda, 1996. 651 p.

LINHARES, S; GEWANDSZNAJDER, F. **Biologia**. São Paulo: Ática, 2005.

MACEDO, J. A B. **Águas e Águas**. São Paulo: Varela, 505p, 2001.

NETTO, José Martiniano de Azevedo et al. **Manual de Hidráulica**. 8. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1998. 669 p.

NUNES, Riane Torres Santiago. **Conservação da Água em Edifícios Comerciais: Potencial de Uso Racional e Reúso em Shopping Center**. Rio De Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/rtsnunes.pdf>>. Acesso em: 16 mar 2017.

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

RICHTER, C. A; NETTO, J. M. **Tratamento de água: Tecnologia atualizada**. São Paulo: Editora Edgar Blucher, 1999.

ROSSI, P.; MIRANDA, J. H.; DUARTE, S. N. **Curvas de distribuição de efluentes do íon nitrato em amostras de solo deformadas e indeformadas**. Artigo (graduação) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" ESALQ/USP, Piracicaba. 2007.

SÁNCHEZ, E; COLMENAREJO, M. F; VICENTE, J; RUBIO, A; GARCÍA, M. G; TRAVIESO, L; BORJA, R. Use of the water quality index and dissolved oxygen deficit as simple indicators of watersheds pollution. **Ecological Indicators**. 7(2), 315–328. 2007

SILVA, M. O. S. A. **Análises físico-químicas para controle das estações de tratamento de esgoto**. São Paulo: CETESB; 1997.

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

STRUCKMEIER, W. **Água subterrânea – reservatório para um planeta com sede?**. Fotografias de Ted Nield. Tradução Braga Pangeo. In: CONFERÊNCIA PLANETATERRA, CIÊNCIAS DA TERRA PARA A SOCIEDADE, , Lisboa: 2008.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez**. 4 ed. São Carlos - SP: Rima Editora, 2003.

VECCHIA, P. D. **Tratamento de água residuária oriunda do processo de lapidação e polimento de vidro**. Pato Branco – PR: UFP; 2012.

WREGGE, F. P. **A água no mundo**. Tecnociência e água. 1997. Disponível em: <<http://www.abas.org/educacao.php#ind12>> Acesso em: 06 mar 2017.