



ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL  
CNPJ 88.332.580/0001-65



**ULBRA**

**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  
AELBRA EDUCAÇÃO SUPERIOR - GRADUAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO S.A.

Beatriz Thayná P. Fernandes

**VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO PROVENIENTE  
DE MANANCIAIS SUBTERRÂNEOS UTILIZADOS PELA COMUNIDADE EM ÁREAS  
RURAS HABITADAS NO MUNICÍPIO DE PALMAS -TO**

Palmas – TO

2020

Beatriz Thayná P. Fernandes

**VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO PROVENIENTE  
DE MANANCIAIS SUBTERRÂNEOS UTILIZADOS PELA COMUNIDADE EM ÁREAS  
RURAS HABITADAS NO MUNICÍPIO DE PALMAS -TO**

Projeto de Pesquisa elaborado e apresentado como requisito parcial para aprovação na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil – TCC II pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Denis Cardoso Parente

Palmas – TO

2020

Beatriz Thayná P. Fernandes

**VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO PROVENIENTE  
DE MANANCIAS SUBTERRÂNEOS UTILIZADOS PELA COMUNIDADE EM ÁREAS  
RURAS HABITADAS NO MUNICÍPIO DE PALMAS -TO**

Projeto de Pesquisa elaborado e apresentado como requisito parcial para aprovação na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil – TCC II pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Denis Cardoso Parente

Aprovado em, 09 de junho de 2020.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Denis Cardoso Parente

Orientador

Centro Universitário Luterano de Palmas

---

Euzir Pinto Chagas

Avaliador - Interno

Centro Universitário Luterano de Palmas

---

Ilana Noronha

Avaliador - Externo

Centro Universitário Luterano de Palmas

Palmas-TO

2020

Dedico este trabalho ao meu amigo João ícaro (*in memoriam*) e a tia Celma que teve o sonho de ver o nosso João concluir o curso de Engenharia Civil.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à Deus, pela vida e a força para que eu prosseguisse nessa jornada.

À minha família, que sempre me apoiou e incentivou.

Aos meus amigos de jornada na faculdade, sem eles de fato eu não teria conseguido concluir. Tenho um carinho especial por cada um, foram essenciais.

Aos meus colegas de trabalho pelo incentivo e aprendizado de todos os dias, em especial à Ilana por ter me apoiado com os ensaios deste trabalho.

Aos meus professores minha gratidão por todo ensinamento e didática, levarei tudo para o resto da minha vida.

Ao meu orientador Denis Cardoso pela disponibilidade, apoio e por toda atenção na jornada da faculdade, minha eterna gratidão.

À banca examinadora pelas correções.

## RESUMO

FERNANDES, Beatriz. **Verificação da qualidade da água para consumo humano proveniente de mananciais subterrâneos utilizados pela comunidade e famílias em áreas rurais habitadas no município de Palmas - TO.** 2020, 43 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação). – Curso de Engenharia Civil – Centro Universitário Luterano de Palmas-TO (CEULP/ULBRA).

O consumo de água proveniente de fontes alternativas, principalmente por meio de poços tubulares, é comum em áreas que não são atendidas pelo sistema público de abastecimento (água potável e coleta/tratamento de esgoto). Este trabalho objetivou verificar a qualidade da água para consumo humano proveniente de mananciais subterrâneos utilizados pela comunidade e famílias da Estância Machado, em Palmas - TO. As coletas de água foram realizadas no mês de maio de 2020, sendo avaliado dez poços da área da comunidade. Para suporte nas análises laboratoriais, utilizou-se os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos que caracterizam a qualidade do recurso. Os resultados obtidos foram comparados com os padrões de potabilidade emitidos pela Portaria nº 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde e revelaram que as amostras de água, estavam, em sua maior parte, em conformidade com os níveis de potabilidade dos parâmetros físico-químicos. Já em relação aos parâmetros microbiológicos, em sua maior parte, foram consideradas impróprias para o consumo da comunidade, devido a presença de coliformes totais acima do valor máximo permitido. Tais resultados revelaram ainda a necessidade de um efetivo saneamento básico, que contemple desde uma eficiente rede de esgoto até uma completa coleta de lixo, como forma de reduzir a poluição e prevenir doenças que podem ser ocasionadas pela má qualidade da água.

**Palavras-chave:** água, poços, análise físico-química, análise microbiológica.

## ABSTRACT

FERNANDES, Beatriz. **Verification of water quality for human consumption Underground springs used by the community and families in inhabited agricultural areas in the municipality of Palmas, TO.** 2020, 43 p. Course conclusion work (Graduation). - Civil Engineering Course - Centro Universitário Luterano de Palmas-TO (CEULP / ULBRA).

The consumption of water from alternative sources, mainly through tubular wells, is common in areas that are not served by the public supply system (drinking water and sewage collection / treatment). This work aims to verify the quality of water for human consumption from underground springs used by the community and families of Estância Machado, in Palmas, TO. 10 wells from the community area were evaluated. Water collections were carried out in May 2020. To support laboratory analysis, the physical, chemical and microbiological parameters that characterize the quality of the resource were used. The results obtained were compared with the potability standards issued by Ordinance No. 2,914 of 2011 from the Ministry of Health and revealed that the water samples were, for the most part, in accordance with the potability levels of the physical-chemical parameters. In relation to microbiological parameters, for the most part, they were considered unfit for consumption by the community population, due to the presence of total coliforms. Such results also revealed the need for effective basic sanitation, which includes everything from an efficient sewage network to a complete garbage collection, as a way to reduce pollution and prevent diseases that can be caused by poor water quality.

**Keywords:** water, wells, physical-chemical analysis, microbiological analysis.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Esquema de Poço artesiano e Poço semi-artesiano .....	16
Figura 2 - Esquema representativo dos tipos de poços existentes .....	17
Figura 3 - Localização do Município analisado.....	26
Figura 4 - Pontos de Coleta .....	29
Figura 5 - Amostras identificadas.....	26
Figura 6 - Valores do pH obtidos das análises de amostras dos dez poços localizados na Estância Machado.....	34
Figura 7 - Valores da Alcalinidade Total obtidos das análises de amostras dos dez poços localizados na Estância Machado.....	35
Figura 8 - Valores da Cor Aparente obtidos das análises de amostras dos dez poços localizados na Estância Machado.....	36
Figura 9 - Valores da Turbidez obtidos das análises de amostras dos dez poços localizados na Estância Machado.....	36
Figura 10 - Valores de Condutividade Elétrica obtidos das análises de amostras dos dez poços localizados na Estância Machado.....	37
Figura 11 - Valores de Oxigênio Dissolvido obtidos das análises de amostras dos dez poços localizados na Estância Machado.....	39

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Distribuição dos recursos hídricos e densidade demográfica do Brasil .....	12
Tabela 2 - Cronograma do projeto de pesquisa .....	31
Tabela 3 - Orçamento do projeto de pesquisa .....	31
Tabela 4 - Informações das amostras .....	28
Tabela 3 - Valores de Coliformes obtidos das análises de amostras dos dez poços localizados na Estância Machado .....	40

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MS - Ministério da Saúde

PH - Potencial hidrogeniônico

ANA - Agência Nacional de Águas

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

UT - unidade turbidimétrica

UH - unidade Hazen

EC - Condutividade Elétrica

CO<sub>2</sub> - Dióxido de Carbono

OD - Oxigênio Dissolvido

CaCO<sub>3</sub> - Carbonato de cálcio

VMP - Valores Máximos Permitidos

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1	OBJETIVOS .....	12
1.1.1	<b>Objetivo Geral</b> .....	<b>12</b>
1.1.2	<b>Objetivos Específicos</b> .....	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>14</b>
2.1	ÁGUA.....	14
2.1.1	Qualidade da Água.....	15
2.2	PROBLEMAS AMBIENTAIS .....	16
2.3	ÁGUA SUBTERRANEA .....	16
2.3.1.	Aquíferos .....	17
2.3.2	Contaminação .....	18
2.5	POÇOS ARTESIANOS .....	18
2.6	LEGISLAÇÃO .....	20
2.7	CARACTERÍSTICAS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA.....	22
2.7.1	Características Físicas .....	22
2.7.2	Características Químicas .....	24
2.7.2	Características Microbiológicas .....	27
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>28</b>
3.1	O MUNICÍPIO .....	28
3.2	PONTOS DE COLETA.....	29
3.3.1	Materiais para Coleta .....	30
3.3	MÉTODOS DE ANÁLISES DA ÁGUA .....	31
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>34</b>
4.1	RESULTADOS ANÁLISES DA ÁGUA.....	34
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>42</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>43</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Estudos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apontam que 25% da população da região norte do país vivem em áreas rurais em pequenos aglomerados de população e comunidades que preferem viver afastados das tecnologias modernas ou se isolarem apenas no período que determinam de descanso.

Como toda e qualquer comunidade, o uso da água é indispensável para a sobrevivência humana. Consumo humano, produzir alimentos, cuidar da higiene pessoal, criar animais e até produzir materiais, são atividades relacionadas a utilização da água.

Os serviços de abastecimento nas áreas rurais ainda estão bem defasados em relação aos centros urbanos. Para a população que não tem acesso ao sistema de abastecimento público, restam o uso de fonte alternativa para o abastecimento para consumo humano, em sua maioria poços artesianos, por sua facilidade de perfuração, custo relativamente baixo e disposição do manancial.

No meio rural, a água destinada ao consumo humano pode não ter boa qualidade, em decorrência de problemas na sua captação e no seu armazenamento, deixando a população rural a mercê de contaminações e de doenças de veiculação hídrica.

Para controle dessa qualidade, a portaria 2.914 do Ministério da Saúde (MS) define os padrões de potabilidade da água para consumo humano em conformidade com os padrões microbiológicos estabelecidos.

Neste contexto, o trabalho visa avaliar a qualidade da água para consumo humano em áreas rurais.

### 1.1 OBJETIVOS

#### 1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é verificar a qualidade da água para consumo humano proveniente de mananciais subterrâneos utilizados pela comunidade e famílias da Estância Machado, em Palmas, TO.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Visando atingir o objetivo principal, alguns objetivos específicos são requeridos, dentre eles:

- Marcar base de mapa que permita fácil identificação dos pontos de coleta.
- Realizar a coleta de amostras de água dos poços mapeados na área, de maneira distribuída, para que consiga uma maior amostragem.
- Realizar as análises físico-química e análises microbiológicas das amostras de água coletadas.
- Comparar resultados das análises com os parâmetros de potabilidade da Portaria n° 2914 do MS.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 ÁGUA

A água é um termo que é derivado do latim, quimicamente é classificada como um óxido de hidrogênio, líquido incolor, essencial à vida, é a parte líquida do globo terrestre, encontrada superficialmente, na atmosfera na forma de vapor, ou até mesmo no interior do subsolo (BRANCO, 2003), onde constitui lençóis aquíferos.

Desde o início da história do homem na terra, a água sempre foi indispensável, pois, todas as formas de vida dependem da mesma para subsistir e/ou para sua evolução, sendo esse líquido responsável pela nutrição de florestas e colheitas, mantendo a diversidade biológica e o ciclo do planeta. As civilizações primitivas e atuais continuamente dependeram e dependem da água doce para o desenvolvimento econômico e cultural, sendo essencial para a sustentação da vida (TUNDISI, 2011). Como recurso natural, a água é considerada de grande importância para humanidade, visto que não se pode viver sem ela. Parte das células que compõem o corpo humano possui água. Usa-se água para beber, preparar refeições, higiene pessoal e doméstica, transporte, pesca, produção de energia, criação de animais, irrigação etc.

Á água doce é encontrada em maior parte do planeta terra, distribuída nos rios, lagos, camadas subterrâneas do solo ou em geleiras. Cerca de 70% da superfície terrestre é constituída por esse recurso natural, apenas 3% deste volume é de água doce.

Distribuição da água no planeta Terra:

- 97% da água disponível no mundo está nos oceanos, ou seja, é água salgada.
- 3% de água doce está distribuída da seguinte forma:
- 29,7% aquíferos;
- 68,9% calotas polares;
- 0,5% rios e lagos;

0,9% outros reservatórios (nuvens, vapor-d'água, etc.).

Tabela 1: Distribuição dos recursos hídricos e densidade demográfica do Brasil.

Região	Densidade demográfica (hab/km <sup>2</sup> )	Concentração dos recursos hídricos do país
Norte	4,12	68,5%
Nordeste	34,15	3,3%
Centro-Oeste	8,75	15,7%
Sudeste	86,92	6%
Sul	48,58	6,5%

Fonte: IBGE/Agência Nacional das Águas (2010).

### 2.1.1 Qualidade da Água

A água por ser um ótimo solvente, nunca será encontrada em um estado de absoluta pureza. A mesma pode conter alguns miligramas de impureza por litro na água da chuva e até mesmo mais de 30 miligramas de impurezas por litro na água do mar (RICHTER & NETTO, 2011).

A natureza e a composição do solo, sobre o qual a água escoar, determinam as impurezas adicionadas que a água apresenta, o que pode ser agravado ainda mais por conta da expansão demográfica atrelada a atividades econômicas provenientes da agricultura, das indústrias e de outras fontes, o que faz com que não se considere segura nenhuma fonte de água superficial, tornando necessário e obrigatório alguma forma de tratamento (RICHTER & NETTO, 2011). Essas formas de tratamento englobam a necessidade de um saneamento básico em vários municípios brasileiros, principalmente em áreas afastadas dos centros urbanos. Deste modo, além da qualidade de água necessária, vale salientar que o saneamento é um serviço que deve ser assegurado e exigido por lei.

A qualidade da água varia com o tempo, exigindo para o seu controle a realização de análises em diferentes épocas do ano, o que deve ser feito repetidas vezes para que o efeito da variação dos resultados possa ser reduzido (RICHTER & NETTO, 2011). Essa variação pode ocorrer por conta das várias estações do ano ou influência de fontes de contato com a água.

## 2.2 PROBLEMAS AMBIENTAIS

Segundo Tundisi e Tundisi (2011), apesar do desenvolvimento econômico e da sobrevivência, a humanidade depende direta e indiretamente da água. Além de poluir, o homem degrada esse patrimônio natural, tanto a nível superficial quanto as águas subterrâneas, com o despejo desenfreado de resíduos líquidos e sólidos em rios e lagos. A população vem acompanhando um crescimento de maneira rápida e desordenada, onde conseqüentemente todos acompanham o ritmo.

A água é também veículo para os mais diversos tipos de doenças, quando poluída ou contaminada. A falta ou a escassez de água potável, como também a falta de saneamento básico provoca a morte de mais de 4,0 milhões de crianças anualmente, devido a doenças de veiculação hídrica como a cólera, a diarreia, entre outros (CAPUCCI et al., 2001).

## 2.3 ÁGUA SUBTERRÂNEA

Das chuvas que caem na superfície da Terra, cerca de 30% dessa água escoam diretamente para os rios, e a maior parte, infiltra-se no solo, preenchendo os espaços vazios que existem entre as argilas, areias ou ainda as rochas, onde se formam depósitos de água subterrânea (IRITANI; EZAKI, 2008). Essa água desempenha papel essencial no fluxo dos rios, manutenção da umidade do solo, lagos, nascentes, poços escavados e ainda para raízes de plantas.

Alguns especialistas indicam que a quantidade de água subterrânea pode chegar até 60 milhões de km<sup>3</sup>, mas a sua ocorrência em grandes profundidades pode impossibilitar seu uso. Por essa razão, a quantidade passível de ser captada estaria a menos de 4.000 metros de profundidade, compreendendo cerca de 8 e 10 milhões de km<sup>3</sup> (CEPIS, 2000), que, segundo Rebouças et al. (2002), estaria assim distribuída: 65.000 km<sup>3</sup> constituindo a umidade do solo; 4,2 milhões de km<sup>3</sup> desde a zona não-saturada até 750 m de profundidade, e 5,3 milhões de km<sup>3</sup> de 750 m até 4.000 m de profundidade, constituindo o manancial subterrâneo.

Nos últimos anos, as águas subterrâneas vêm se constituindo em importante alternativa para abastecimento de comunidades rurais e urbanas, tanto para uso

agrícola, quanto industrial (CAPUCCI et al., 2001). Áreas mais afastadas dos centros urbanos acabam optando por fontes alternativas de abastecimento.

Durante o percurso no qual a água percola entre os poros do subsolo e das rochas, ocorre a depuração da mesma através de uma série de processos físico-químicos (troca iônica, decaimento radioativo, remoção de sólidos em suspensão, neutralização de pH em meio poroso, entre outros) e bacteriológicos (eliminação de microorganismos devido à ausência de nutrientes e oxigênio que os viabilizem) que agindo sobre a água, modificam as suas características adquiridas anteriormente, tornando-a particularmente mais adequada ao consumo humano (SILVA, 2003).

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).

### **2.3.1. Aquíferos**

O aquífero é uma formação geológica, com impermeabilidade e porosidade com suficiência de armazenar e transferir altas concentrações de água, no mundo a maioria dos aquíferos desenvolvidos com altas vazões, é encontrado em planícies costeiras, vales aluviais e depósitos glaciais, sendo constituído de cascalho e areia os aquíferos de maior vazão (CLEARY, 2007).

Os aquíferos podem classificados como:

- Aquífero livre ou freático;
- Aquífero confinado ou artesianos;
- Aquífero de fraturas ou fissuras;
- Aquíferos porosos;
- Aquíferos cársticos;

### 2.3.2 Contaminação

A contaminação das águas subterrâneas depende de uma série de fatores que estão relacionados com a geologia local, escoamento das águas, de processos físicos, químicos e biológicos com relação aos poros e as moléculas. A contaminação pode infiltrar com alta velocidade em solos arenosos e de alta condutividade, ou migrar lentamente em solos argilosos, de baixa condutividade, levando um tempo maior para atingir os aquíferos, que muitas vezes estão a quilômetros de distância (ASHBY, 2013).

Segundo Ashby (2013), as principais atividades poluidoras da água subterrânea são:

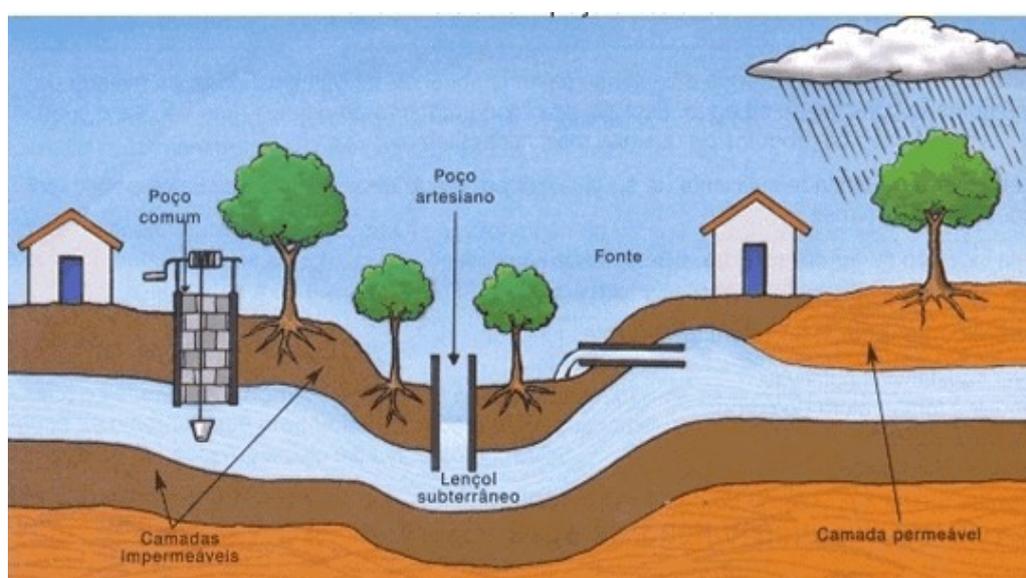
- Sistemas Sépticos - É a disposição subsuperficiais de águas residuais e unidades de tratamento primário, utilizadas em zonas rurais e comunidades urbanas que não possui saneamento básico;
- Disposição de Resíduos - É o acondicionamento e disposição final de resíduos de forma inadequada, representam uma série de ameaças as águas subterrâneas, pois o chorume pode escoar, atingindo os aquíferos, onde forma uma pluma de contaminação podendo atingir quilômetros de profundidade.
- Tanques de Armazenamento - São responsáveis pelo armazenamento de combustíveis e produtos químicos. A contaminação das águas é consequência de derramamentos e vazamentos de produtos tóxicos;
- Mineração - A água fluindo através de rochas mineralizadas, muitas vezes essas rochas contem materiais pesados em alta concentração;
- Atividade Agrícola - O uso desenfreado de Pesticidas, fertilizantes, herbicidas e resíduos animais.

### 2.5 POÇOS ARTESIANOS

Desde os antepassados, a cultura de perfuração de poços vem seguindo até os dias de hoje.

Poço artesiano é um poço perfurado com grande profundidade e diâmetro pequeno, onde a água é transportada para a superfície naturalmente, devido à alta pressão. Quando a pressão do poço é baixa, é preciso o auxílio de uma bomba para o transporte do líquido para a captação, esse poço é chamado de semi-artesiano. Ambos os poços tanto os artesianos quanto os semi-artesianos são tecnicamente conhecidos por poços tubulares profundos e são perfurados por brocas gigantes fabricada pela indústria petrolífera (PALUDO, 2010).

Figura 1: Esquema de Poço artesiano e Poço semi-artesiano.



Fonte: Diferença entre poço artesiano e semi-artesiano (2015)

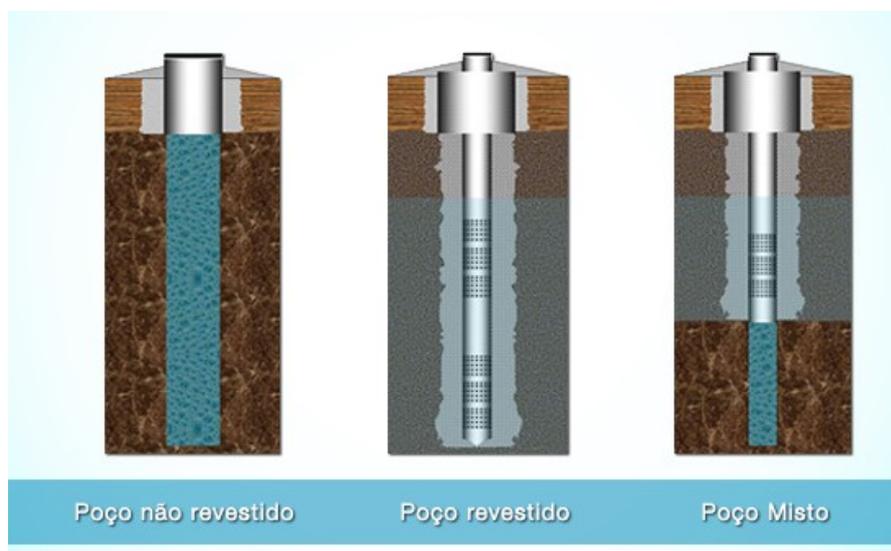
O método de construção do poço é primordial para assegurar a qualidade da água obtida e potencializar a eficiência do funcionamento do poço e a exploração do aquífero.

Quanto aos tipos de poços (Figura 3) existentes para a captação das águas subterrâneas, podemos descrever os seguintes tipos (GIAMPÁ; GONÇALES, 2005):

- **Poço:** perfurado em pedras consolidadas ou cristalinas, identificado também como poço;
- **Poço Misto:** poço perfurado em pedras inconsolidadas e consolidadas podendo ser identificado também como semi-artesiano;
- **Poço Artesiano, Jorrante ou não:** poço perfurado em pedras consolidadas e inconsolidadas, com amplos diâmetros e profundidades;

- **Poço sedimentar:** perfurado em pedras comumente inconsolidadas, podendo ser identificado como semi-artesiano também.

Figura 2: Esquema representativo dos tipos de poços exigentes



Fonte: Giampá e Gonçalves (2005).

## 2.6 LEGISLAÇÃO

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), no mundo quase 2,6 bilhões de pessoas não têm serviço de saneamento básico, e de cada dez pessoas uma não possui um sistema de abastecimento de água adequado (BRASIL, 2013), e sua distribuição para uso urbano é de 7%, uso industrial 23% e o agrícola 70%.

A resolução nº 357, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), que classifica os mananciais Brasileiros, considera a classificação das águas doce, salobra e salina, sendo indispensável à proteção de seus padrões de qualidade, diagnosticado por parâmetros e indicadores específicos, para proteção de seu consumo (BRASIL, 1986).

De acordo com a legislação Brasil (1986), as águas doces para o consumo humano se classificam em:

- Classe Especial - Águas destinadas ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção, à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;
- Classe 1 - Destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho), à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao Solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana;
- Classe 2 - Destinadas para o abastecimento doméstico, após tratamento convencional, proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho), irrigação de hortaliças e plantas frutíferas, criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana;
- Classe 3 - Águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, dessedentação de animais;
- Classe 4 - Águas destinadas para a navegação, harmonia paisagística, aos usos menos exigentes.

Segundo o MS a portaria nº 2.914, dispõe nos artigos 3º e 4º que (BRASIL, 2011). O art. 3º dispõe que a água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água. O art. 4º descreve que a água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual de abastecimento de água, independentemente da forma de acesso da população, está sujeita à vigilância da qualidade da água.

A água para o consumo humano deve estar livre de microrganismos patogênicos e bactérias indicadoras de contaminação fecal. E estas quantidades limites devem seguir os parâmetros físico-químicos e microbiológicos, como descrito na Portaria nº 2.914/11 do MS.

A legislação vigente para parâmetros físico-químico, segundo a portaria, em sistemas de abastecimentos de água para o consumo humano, pH entre 6.0 e 9.5, turbidez com máxima de 1UT (unidade turbidimétrica), a cor aparente máxima de 15UH (unidade Hazen) e teor mínimo de cloro 0,2mg/L, e teor máximo de 2,0mg/L.

## 2.7 CARACTERÍSTICAS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

São determinados diversos parâmetros que podem ser utilizados para caracterização de uma água, e como indicadores de sua qualidade. Tais parâmetros se constituem ou se classificam como não conformes quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso.

As características físicas, químicas e biológicas das águas naturais traduzem uma série de processos que ocorrem no corpo hídrico e na bacia hidrográfica, como consequência da ampla capacidade de dissolução da água e da gama de substâncias e de transportes pelo escoamento superficial e subterrâneo (LIBÂNIO, 2010). Para tanto, tais características são utilizadas como parâmetros para avaliação da qualidade de água. Será apresentado neste trabalho a definição das características físicas, químicas e microbiológicas, tais características que serão analisadas na coleta.

### 2.7.1 Características Físicas

As principais características físicas que a água apresenta são: temperatura, cor, turbidez, sabor e odor e a condutividade elétrica.

#### ➤ **Cor:**

A cor da água é uma característica produzida pela reflexão da luz em partículas minúsculas, denominadas colóides que são finamente dispersas e origem orgânica. A cor pode ainda ser resultado da presença de compostos de ferro e manganês ou do lançamento de diversos resíduos industriais. Quando a mesma se manifesta em águas subterrâneas, por via de regra é o resultado da presença dos compostos acima citados (LIBÂNIO, 2010).

Schiavo (2007) explica que:

Cor é o resultado principalmente dos processos de decomposição que ocorrem no meio ambiente. Por esse motivo, as águas superficiais estão mais sujeitas a ter cor do que as águas subterrâneas. Além disso, pode-se ter cor devido à presença de alguns íons metálicos como ferro ou manganês, pela decomposição da matéria orgânica da água (principalmente vegetais), pelas algas ou pela introdução de esgotos industriais e domésticos (SCHIAVO, 2007, p.39).

A determinação da intensidade da cor da água é feita através de uma comparação de uma amostra com um padrão de cobalto-platina, sendo o resultado fornecido em unidades de cor, também chamadas uH (unidade Hazen). As águas naturais apresentam, em geral, intensidades de cor variando de 0 a 200 unidades de Hazen. Para efeito de caracterização de águas para abastecimento, distingue-se a cor aparente, na qual se consideram as partículas suspensas, da cor verdadeira, a água deve apresentar intensidade de cor aparente inferior a cinco unidades. (BRASIL, 2014).

#### ➤ **Turbidez**

A turbidez é uma característica que pode ser definida como uma medida do grau de interferência à passagem da luz através do líquido. A alteração à penetração da luz na água decorre na suspensão, sendo expressa por meio de unidades de turbidez (uT) (BRASIL, 2014).

De acordo com Schiavo (2007),

A turbidez é a alteração da penetração da luz pela presença de matéria em suspensão na água, como argila, silte, plancton, substâncias orgânicas finamente divididas, organismos microscópicos e outras partículas. O aumento da turbidez reduz a zona eufótica, que é onde penetra a luz e ocorre a fotossíntese (SCHIAVO, 2007, p.38).

Para fins de potabilidade, a turbidez de uma água filtrada consolida-se em todo o planeta como um dos principais parâmetros de avaliação do desempenho das estações de tratamento, transcendendo o aspecto estético a ela associado (LIBÂNIO, 2010).

#### ➤ **Condutividade Elétrica (EC)**

De acordo com Libânio (2010), a condutividade elétrica é uma característica que indica a capacidade da água natural de transmitir a corrente elétrica em função

da presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions, sendo por consequência, diretamente proporcional a concentração iônica.

De maneira mais clara, pode-se dizer que este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente. Vale salientar que quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica na água (SCHIAVO 2007).

De acordo com Pinto (2007), a condutividade está ligada a outros parâmetros, como por exemplo, a temperatura e a salinidade. Mediante a isso, os dados de condutividade elétrica 21 devem ser manipulados de acordo com a temperatura utilizada. Para propósitos comparativos de dados de condutividade elétrica, deve ser definida uma das temperaturas de referência (20 °C ou 25 °C).

### **2.7.2 Características Químicas**

As principais características químicas da água são: o potencial hidrogeniônico, a alcalinidade, a acidez, a dureza, o oxigênio dissolvido e a salinidade.

#### **➤ Alcalinidade**

De acordo com Libânio (2010) a alcalinidade da água representa a capacidade de neutralizar ácidos, ou seja, a capacidade de minimizar variações do pH, adquirindo assim, em meio a potabilização das águas, uma função primordial no que tange ao êxito do processo de coagulação. A mesma é causada por sais alcalinos e geralmente é encontrada nas águas na forma de carbonato ou bicarbonato (SCHIAVO, 2007).

De modo mais claro, a alcalinidade indica a quantidade de íons presentes na água que reagem para neutralizar os íons hidrogênio. Através desta característica é possível realizar uma medição da capacidade da água no que tange a neutralizar os ácidos, servindo, assim, para expressar a capacidade de tamponamento da água, isto é, sua condição de resistir a mudanças do pH.

### ➤ **Potencial Hidrogeniônico**

O potencial hidrogeniônico (pH) consiste na concentração de H<sup>+</sup> nas águas e representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do ambiente aquático. Essa característica representa o parâmetro de maior frequência de monitoramento na rotina operacional das estações de tratamento de água pela interferência em diversos processos e operações inerentes a potabilização, da aplicação dos coagulantes ao processo de desinfecção química (LIBÂNIO, 2010).

Schiavo (2007), explica que:

O pH representa o equilíbrio entre íons H<sup>+</sup> e íons OH<sup>-</sup>; varia de 0 a 14; indica se uma água é ácida (pH inferior a 7), neutra (pH igual a 7) ou alcalina (pH maior do que 7); o pH da água depende de sua origem e características naturais, mas pode ser alterado pela introdução de resíduos; pH baixo torna a água corrosiva; águas com pH elevado tendem a formar incrustações nas tubulações. A vida aquática depende do pH, sendo recomendável a faixa de 6 a 9" (SCHIAVO, 2007, p.44).

### ➤ **Dureza**

Segundo Libânio (2010), a dureza indica a concentração de cátions multivalente em solução de água, principalmente de magnésio e cálcio e se manifesta pela resistência à reação de saponificação. A elevada concentração dessa característica representa uma série de malefícios para a qualidade e consumo da água.

A dureza total é calculada como sendo a soma das concentrações de íons cálcio e magnésio na água, expressos como carbonato de cálcio. A dureza de uma água pode ser 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 (FUNASA, 2013). A dureza causa sabor desagradável e efeitos laxativos, reduz a formação da espuma do sabão, o que implica no aumento do seu consumo e pode provocar incrustações nas tubulações e caldeiras.

De acordo com Costa & Fonsêca (2016), a dureza da água é expressa em mg/L de equivalente em carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) e pode ser classificada em:

- Mole ou branda: < 50 mg/L de CaCO<sub>3</sub>;
- Dureza moderada: entre 50 mg/L e 150 mg/L de CaCO<sub>3</sub>;
- Dura: entre 150 mg/L e 300 mg/L de CaCO<sub>3</sub>;
- Muito dura: >300 mg/L de CaCO<sub>3</sub>.

➤ **Acidez**

De acordo com Schiavo (2007), a acidez representa o teor de CO<sub>2</sub> livre, ácidos minerais e sais de ácidos fortes, os quais por dissociação resultam em íons hidrogênio em solução. O CO<sub>2</sub> é um componente natural das águas que provoca a formação de acidez carbônica. A acidez mineral resulta da presença de resíduos industriais, materiais orgânicos sintéticos e pela hidrólise de sais minerais de metais.

A acidez é uma característica que possibilita a medição da capacidade que a água possui em resistir às mudanças de pH causadas pelas bases, o que decorre da presença de gás carbônico livre na água. Águas com acidez mineral são desagradáveis ao paladar, sendo desaconselhadas para abastecimento doméstico.

➤ **Salinidade**

A salinidade da água está ligada à presença de sais minerais dissolvidos formados pela presença de ânions, como o cloreto e o sulfato, e de cátions, como o magnésio e o sódio. A determinação da concentração de cada sal representa a magnitude de salinidade (LIBÂNIO, 2010).

A salinidade, de acordo com Santos (2017), refere-se a quantidade total de sais minerais dissolvidos na água. O parâmetro tem grande importância na caracterização das massas das águas e determina outras propriedades físico-químicas.

Por meio da medida da condutividade elétrica (CE) pode-se estimar a salinidade da água. De forma prática a salinidade é definida como razão entre a massa total de sal dissolvido e a 24 massa total da substância que serve como solvente, sendo assim um valor adimensional expresso em psu, unidade de salinidade (SANTOS, 2017).

### ➤ **Oxigênio Dissolvido (OD)**

A concentração de oxigênio dissolvido (OD) é uma das características químicas, reconhecidamente como a mais importante no que diz respeito a expressar a qualidade de um ambiente aquático. Refere-se ao OD como o percentual da concentração de saturação, que é diretamente proporcional a pressão atmosférica (LIBÂNIO, 2010).

Brasil (2010) explica que:

Para a manutenção da vida aquática aeróbica são necessários teores mínimos de oxigênio dissolvido de 2 mg/L a 5 mg/L, exigência de cada organismo. A concentração de oxigênio disponível mínima necessária para sobrevivência das espécies piscícolas é de 4 mg/L para a maioria dos peixes e de 5 mg/L para trutas. Em condições de anaerobiose (ausência de oxigênio dissolvido) os compostos químicos são encontrados na sua forma reduzida (isto é, não oxidada), a qual é geralmente solúvel no meio líquido, disponibilizando, portanto, as substâncias para assimilação pelos organismos que sobrevivem no ambiente (BRASIL, 2010, p 25).

## **2.7.2 Características Microbiológicas**

### ➤ **Coliformes**

A água natural contém baixo número de microorganismos, variando entre 10 e 100 organismos por mililitro. Microorganismos de várias espécies estão presentes nas diferentes etapas do processo cíclico das águas naturais: águas da atmosfera, da superfície e do lençol freático.

A água da superfície pode ser contaminada periodicamente, em maior ou menor grau, por microorganismos provenientes da atmosfera (precipitações), do solo ou qualquer tipo de dejetos que nela é lançado. Nas águas do lençol freático, as bactérias, assim como outro tipo de partícula, são removidas por filtração em diferentes graus dependendo da permeabilidade do solo e da profundidade de penetração da água.

Em termos bacteriológicos, os poços e as fontes produzem águas de muito boa qualidade, desde que providências sejam tomadas para evitar contaminações. Mesmo aparentando excelente qualidade, a água pode conter substâncias tóxicas e/ou microorganismos patogênicos, ambos invisíveis aos olhos nus.

O grupo coliforme total é constituído por vários gêneros de bactérias pertencentes a família Enterobacteriaceae. A definição histórica deste grupo tem sido baseada no método utilizado para a detecção (fermentação da lactose), assim este grupo é definido como todo bacilo gram negativo aeróbio ou anaeróbio facultativo, não esporulado que fermenta a lactose com formação de ácido e gás a temperatura de 35°C em 24-48 horas.

A contaminação da água por coliformes não significa que estas águas estão permanentemente proibidas de serem consumidas. Para reverter a qualidade bacteriológica destas águas basta utilizar métodos de desinfecção como: cloro, ozônio, UV, etc.

### **3 METODOLOGIA**

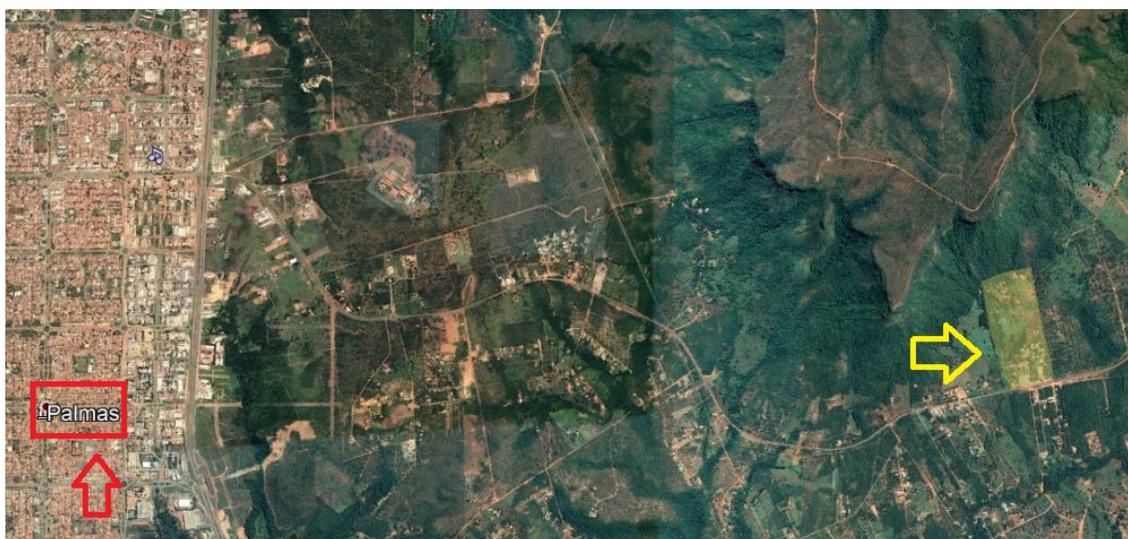
O presente estudo é baseado em uma pesquisa aplicada em campo, com análises laboratoriais da água de 10 poços tubulares localizadas na comunidade Estância Machado no município de Palmas – TO.

As características físicas, químicas e biológicas foram as variáveis selecionadas para realização da análise físico-química e microbiológica utilizada como método de averiguar a qualidade da água em questão utilizada para consumo populacional da área de estudo.

#### **3.1 O MUNICÍPIO**

A comunidade Estância Machado está localizada a 9 quilômetros da capital do Estado do Tocantins, a cidade de Palmas. A área na unidade territorial é cerca de 480.000 m<sup>2</sup>. A estimativa populacional da comunidade é de 300 pessoas, cerca de 75 famílias.

Figura 3: Localização do Município analisado.



Fonte: Google Maps (2020).

### 3.2 PONTOS DE COLETA

Foram utilizados dez pontos de coleta para realização do estudo. Cada ponto representa um poço artesiano presente na comunidade, localizados em diferentes pontos. A escolha dos poços, se justificou por eles estarem em pontos extremos da comunidade, em localidades de situações econômicas e sanitárias distintas.

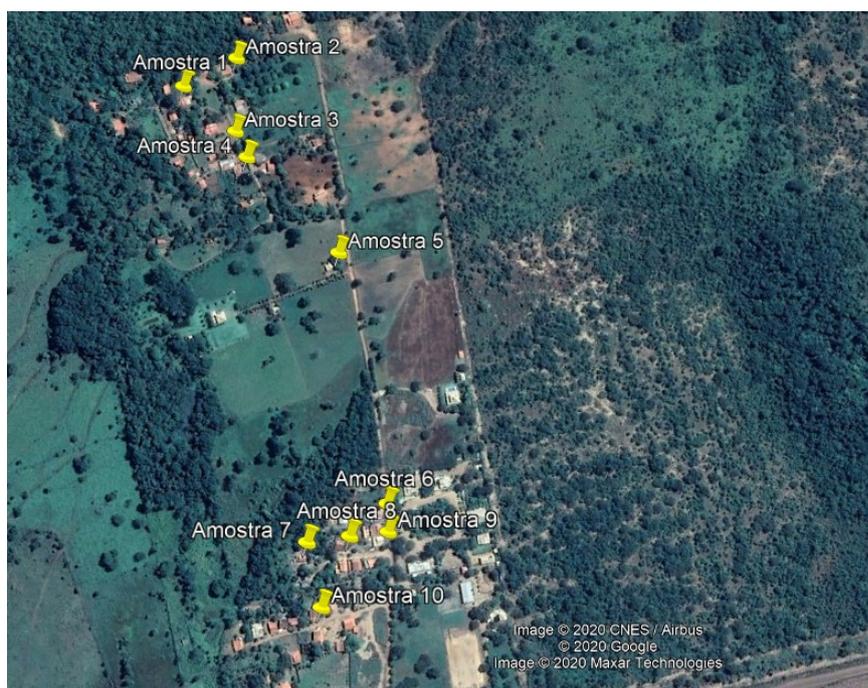
Para georreferenciamento dos pontos, que tem por objetivo tornar as coordenadas de um mapa conhecidas num dado sistema de referência, foi utilizado GPS do celular.

Tabela 4: Informações das amostras

Nº da amostra	Hora da coleta	Qty. de pessoas na residência	Produto no poço
Amostra 1	16h14	5	-
Amostra 2	16h17	2	-
Amostra 3	16h28	4	aplica cloro
Amostra 4	16h41	2	-
Amostra 5	16h45	4	-
Amostra 6	16h50	4	aplica cloro
Amostra 7	16h56	3	-
Amostra 8	17h00	2	-
Amostra 9	17h02	2	-
Amostra 10	17h08	3	-

Fonte: Autoria própria.

Figura 4: Pontos de Coleta



Fonte: Google Maps (2020).

### 3.3.1 Materiais para Coleta

- Recipientes das amostras devidamente identificados com o número controle da amostra.
- Prancheta com nome do pesquisador, local, pontos de coleta, data e hora;
- Recipiente para armazenamento das coletas.

Figura 5: Amostras identificadas



Fonte: Autoria própria.

Foram coletadas amostras de água de cada poço em uma única etapa. Tais coletas foram feitas por meio de garrafa descartáveis de 500 ml devidamente esterilizados com álcool 70% e uma caixa refrigerada, utilizada para armazenamento das amostras.

A água foi retirada por meio da torneira de cada poço. Em alguns locais foi possível realizar a coleta direta, em outros os proprietários não permitiram a entrada e eles mesmo realizaram a armazenagem no recipiente. Foi orientado deixar a torneira aberta para que a água escoasse por volta de 1 minuto, com o intuito de limpar a tubulação. Tais recipientes foram armazenadas em uma caixa térmica e levadas para os locais de análise.

### 3.3 MÉTODOS DE ANÁLISES DA ÁGUA

As análises laboratoriais das amostras foram realizadas de acordo com a metodologia descrita pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012) de acordo com a portaria de potabilidade nº 2.914 de dezembro de 2011 do MS.

As análises físicas e químicas ou simplesmente físico-químicas e microbiológica das amostras de água foram realizadas no Laboratório de Qualidade de Água da Empresa responsável pelo abastecimento de água e coleta de esgoto da Cidade de Palmas - BRK Ambiental. Os métodos utilizados para análises serão apresentados a seguir.

#### ➤ **Determinação do pH**

O pH foi determinado através de leituras realizadas com um pHmetro de marca Thermo Scientf, com o uso de tampões de pH 4, 7 e 10.

#### ➤ **Determinação do Alcalinidade**

A alcalinização foi determinada por meio da titulação de neutralização ácido/base, expressa em termos de mg/L de CaCO<sub>3</sub>, com o auxílio de um indicador.

Foi retirado 100 mL da amostra colocada em um frasco de erlemeyer de 250 mL. Em seguida, adicionado duas gotas de metilorange e uma quantidade necessária de titular com ácido sulfúrico 0,02 N, até o aparecimento da cor laranja avermelhada, característica da viragem do indicador.

➤ **Determinação da Condutividade Elétrica (CE)**

Para determinação da Condutividade Elétrica foi utilizado um Condutivímetro da marca Thermo Scientf, calibrado devidamente de acordo com o manual de sua marca.

➤ **Determinação da Cor**

O método de determinação consiste na comparação visual da amostra com solução padrão de cor previamente preparada.

Foi utilizado dois tubos de vidro com fundo chato, situados em um suporte de acrílico com graduação. Em um dos tubos adiciona-se uma quantidade de amostra e no outro tubo o padrão de cor, até que a mesma tonalidade da cor da amostra e do padrão se igualem. A observação é feita comparando as cores no espelho. Para amostras de água muito coloridas, utiliza-se menor quantidade de amostra, e águas claras o volume utilizado da amostra é maior.

Determina-se este método segundo a equação abaixo:

$$\text{mg/L de Platina} = \frac{\text{volume do padrão} \times \text{concentração do padrão}}{\text{volume da amostra}}$$

➤ **Determinação da Turbidez**

A turbidez das soluções foi determinada em turbidímetro SL 2K, previamente calibrado com água deionizada. Esta determinação consiste no método

nefelométrico, um equipamento com luz de tungstênio e detectores fotoelétricos, capazes de detectar a luz que é dispersa em um ângulo de 90° com a luz incidente.

#### ➤ **Determinação do Oxigênio Dissolvido**

Para a determinação da concentração de oxigênio dissolvido em águas são disponíveis o método eletrométrico e o método químico. No caso deste trabalho, foi utilizado o método eletrométrico, com um aparelho chamado de oxímetro ou medidores de OD, onde a sonda do eletrodo possui uma membrana que adsorve seletivamente o oxigênio, tendo por base o seu raio de difusão molecular.

Neste aparelho, dois eletrodos metálicos são mergulhados em um eletrólito contido em uma membrana seletiva. A membrana impede a passagem de água e de sólidos dissolvidos, sendo que o oxigênio e outros gases se difundem através dela. A intensidade da corrente elétrica gerada é proporcional à concentração de oxigênio dissolvido dentro da membrana que, por sua vez, é proporcional ao OD da amostra onde o sensor encontra-se mergulhado.

#### ➤ **Determinação dos Coliformes**

A determinação dos coliformes totais e termotolerantes (*Escherichia coli*) se deu durante uma única etapa, através de análises realizadas por meio da utilização do substrato Cromogênico Colitag, que permite a análise microbiológica de coliformes, onde há o desenvolvimento da cor amarela para a presença dos mesmos e o aparecimento da cor fluorescência *Escherichia coli*. Desta forma, a positividade do teste para detecção de coliformes totais pode ser comprovada pelo aparecimento da cor amarelo após uma incubação realizada em uma estufa a 36°C por 24 horas. A positividade para *Escherichia coli* pode ser constatada através da cor fluorescente apresentada quando a amostra foi exposta a luz ultravioleta (230 volts, 50hz, 17 AMPS).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Padrões de potabilidade da água é o conjunto de valores máximos e permissíveis das características da qualidade da água destinada ao consumo humano. Para tanto existem normas descritas pela Portaria Nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde que estabelecem limites de parâmetros necessários para que a água seja considerada potável. Os resultados descritos na presente pesquisa foram elaborados com base nas comparações dos resultados obtidos por meio das análises das amostras de água coletadas com as normas estabelecidas pela portaria acima citada.

Dentro das análises físico-químicas foram avaliados os níveis da condutividade elétrica (CE), pH, alcalinidade, turbidez, cor e oxigênio dissolvido. Com relação às análises microbiológicas foram analisadas a presença de coliformes totais e coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*). Vale ressaltar que, os parâmetros analisados são preliminares, e que necessita de uma investigação mais profunda para determinar com propriedade se a água coletada representa riscos à saúde.

### 4.1 RESULTADOS ANÁLISES DA ÁGUA

#### 4.1.1 Análises físico-químicas

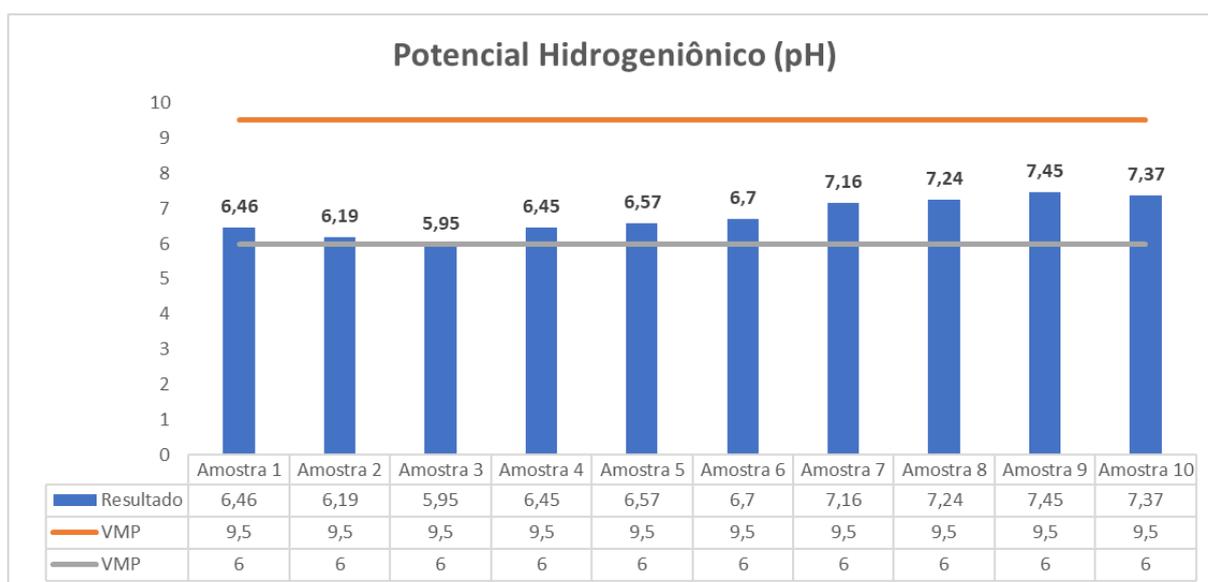
##### ➤ Potencial Hidrogeniônico (pH)

Conforme a Portaria 2914/2011 MS, a faixa de pH presente na água, recomendada para que a mesma seja consumida fica entre 6,0 e 9,5. Este parâmetro traduz a condição ácida ou alcalina de uma amostra de água, e não causa riscos sanitários no relacionados com a sua medida.

O pH da água pode ser influenciado por diversos fatores, capazes de reduzir o seu nível, entre eles, a ausência de substâncias salinas provenientes das rochas, que neutralizam a água; a contaminação por restos de animais, entre outros. Além

disto, este parâmetro pode ser sofrer alteração dependendo do tipo de reservatório e do tempo de armazenamento, fato este, que interfere na reatividade do cloro e diminui o aumento do pH. Os valores de pH obtidos em meio as análises das três coletas de água dos cinco poços em estudo ficaram entre uma faixa 5,95 a 7,45, a Figura 6 repassa valores em forma de gráfico.

Figura 6: Valores do pH obtidos das análises de amostras dos dez poços localizados na Estância Machado.



Fonte: construída com os dados da pesquisa.

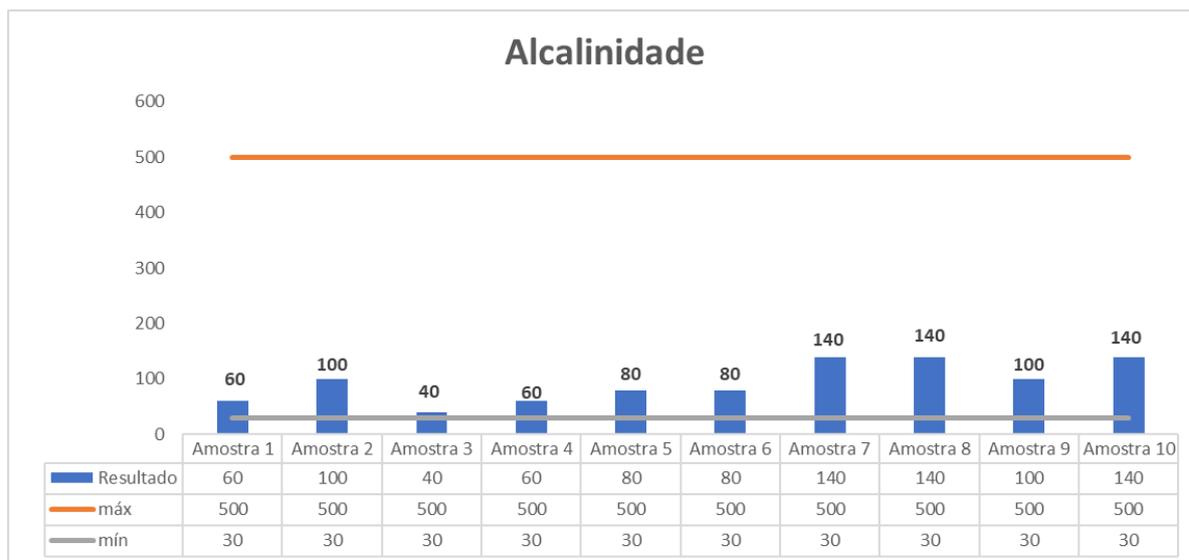
Apenas a amostra 3 não apresentou valor que atende os padrões de pH estabelecidos pela Portaria 2914/2011 do MS, as demais amostras atendem os padrões. O que implica dizer que com relação ao pH, ou seja, no que tange à sua condição ácida as águas dos dez poços em estudo apenas o poço da amostra 3 representa riscos à saúde. Vale ressaltar as demais as amostras ficaram na casa dos seis e sete, nível este de pH que tem pouco significado para a engenharia sanitária e representa basicamente uma igualdade entre as concentrações de íons de hidrogênio e hidroxila.

### ➤ Alcalinidade

A alcalinidade das águas não representa risco potencial à saúde pública. A alcalinidade não é um parâmetro com significado sanitário, visto que seu efeito é limitado pelo valor de pH. Este parâmetro, em níveis elevados, pode apenas provocar alteração no paladar, ou seja, um sabor desagradável e com isto a rejeição

da água. Conforme Pereira (2010), a alcalinidade total em águas naturais apresenta valores entre 30 e 500 mg/L de CaCO<sub>3</sub>. A Figura 7 repassa valores em forma de gráfico.

Figura 7: Valores da Alcalinidade Total obtidos das análises de amostras dos dez poços localizados na Estância Machado.



Fonte: construída com os dados da pesquisa.

Como se pode notar, os valores de alcalinidade ficaram entre uma faixa de 40 a 140 mg/L de CaCO<sub>3</sub>. Todas as amostras atenderam o parâmetro exigido para águas de consumo humano.

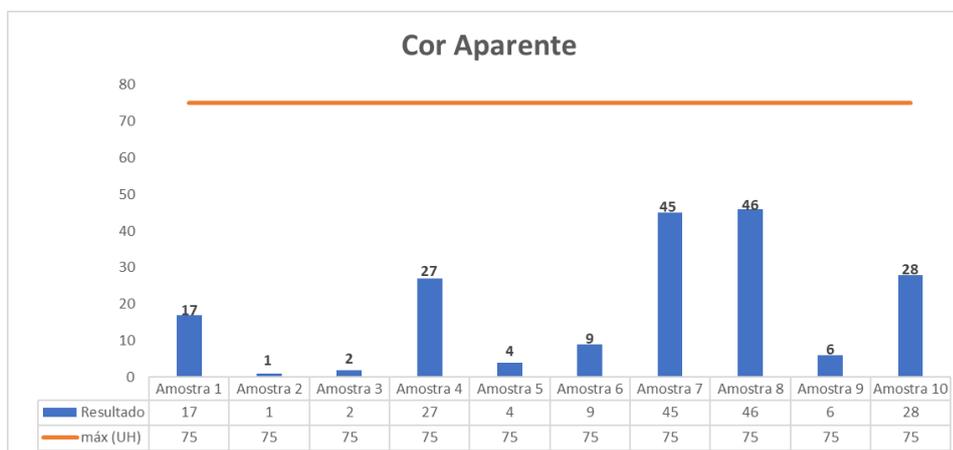
De acordo com Silva et al (2015), a alcalinidade é uma medida de capacidade da água capaz de neutralizar um ácido forte ao determinado pH. Nas águas naturais, a alcalinidade ocorre devida, principalmente, aos íons de hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos.

### ➤ Cor Aparente

A cor da amostra é analisada por comparação visual em solução platina-cobalto, em concentração conhecida com o resultado em unidade Hazen (UH). A cor aparente se refere à determinação de cor em amostras com turbidez. A portaria do MS estabelece para cor aparente de 15UH, como padrão de aceitação para consumo humano. Já as águas naturais apresentam um limite máximo de 75UH. Os dois valores obtidos na análise estão entre o valor permitido do padrão para

consumo humano e para as águas naturais. A Figura 8 repassa valores em forma de gráfico.

Figura 8: Valores da Cor Aparente obtidos das análises de amostras dos dez poços localizados na Estância Machado.



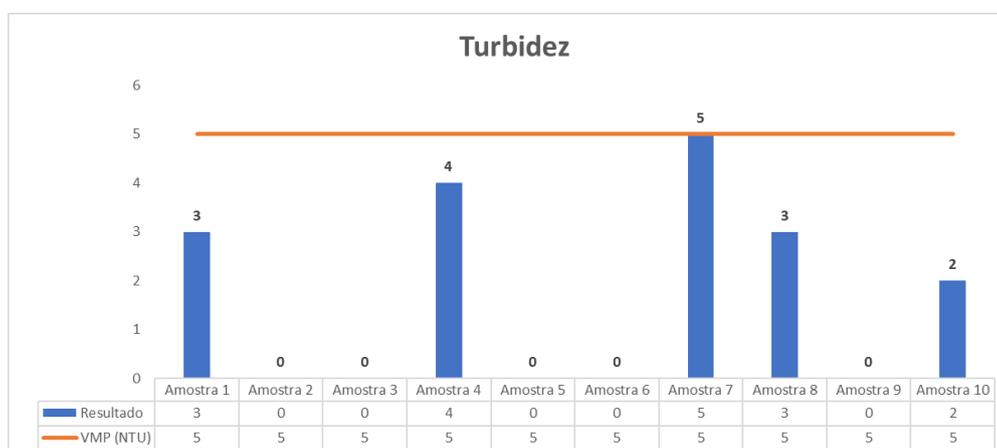
Fonte: construída com os dados da pesquisa.

### ➤ Turbidez

A turbidez indica a presença de sólidos suspensos na água, que atuam diminuindo a sua transparência.

O MS através da Portaria 2914/2011 recomenda uma turbidez máxima de 5 NTU, deste modo tanto as amostras se encontram dentro da faixa recomendada pela portaria (BRASIL, 2011).

Figura 9: Valores da Turbidez obtidos das análises de amostras dos dez poços localizados na Estância Machado.



Fonte: construída com os dados da pesquisa.

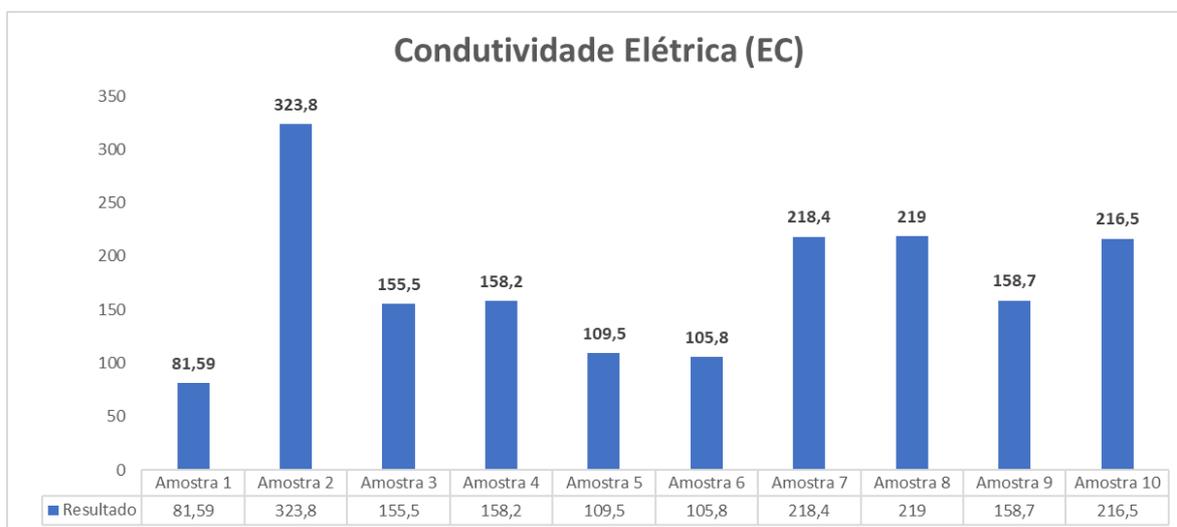
### ➤ Condutividade Elétrica (EC)

A Portaria 2914/2011 não apresenta VMP para avaliar condutividade.

A condutividade elétrica é uma medida da concentração total de sais dissolvidos presentes na água. Apesar de não fornecer medidas reais da concentração de um determinado íon presente, ela nos dá uma noção bastante boa da salinidade total, o que indiretamente sugere a origem e o grau de contaminação da água. Água salobras apresentam elevada condutividade e não são apropriadas para consumo humano.

Água de baixa condutividade, menores que 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$  indicam que podem ser potáveis por apresentarem concentrações baixas de sais dissolvidos.

Figura 10: Valores de Condutividade Elétrica obtidos das análises de amostras dos dez poços localizados na Estância Machado.



Fonte: construída com os dados da pesquisa.

O aumento da condutividade elétrica pode ser um indício do aumento na concentração de sais (íons) desta amostra. Apenas a amostra 2 apresentou valores acima das demais.

A condutividade não representa um problema para a saúde humana, seu consumo pode causar o acúmulo de sais na corrente sanguínea e possibilitar a formação de cálculos renais.

➤ **Oxigênio dissolvido (OD)**

Embora não seja um parâmetro tão significativo em água subterrânea, o oxigênio dissolvido é importante para as águas superficiais, já que, quando é encontrado em concentrações baixas, geralmente está relacionado a processos intensos de eutrofização, com possibilidade de ocorrência de mortandade de peixes e outros seres vivos do meio aquático (PIVELI & KATO, 2005).

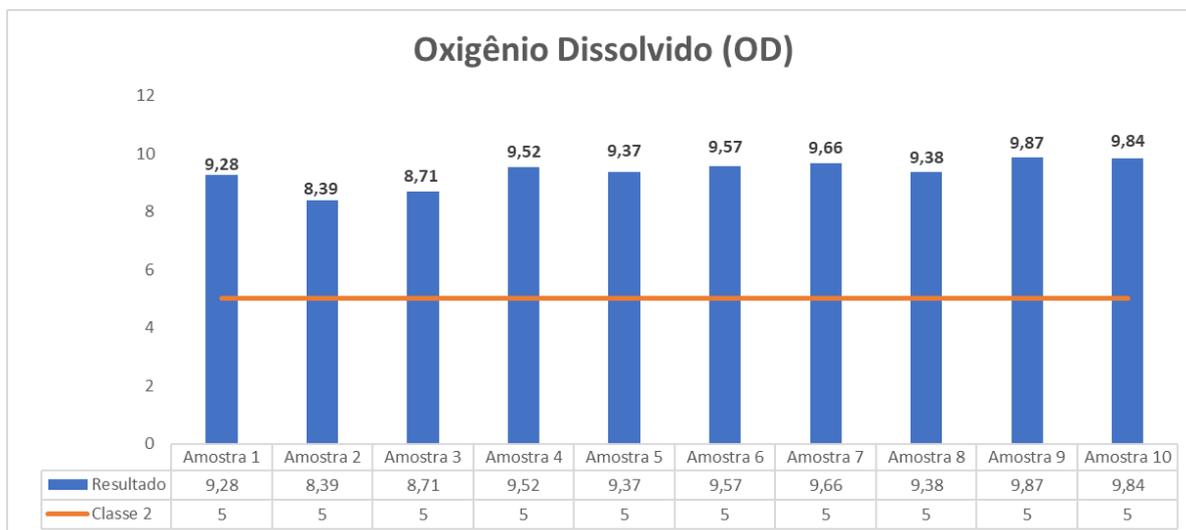
A medida de oxigênio dissolvido foi efetuada no laboratório após coleta de água. As amostras de água doce, para serem classificadas como em Classe 1 de potabilidade não podem ter oxigênio dissolvido inferior a 6 mg.L-1. Para a classificação como Classes 2 e 3, os níveis de oxigênio dissolvido não devem ser inferiores a 5 mg.L-1 e 4 mg.L-1, respectivamente. Como não existe enquadramento deste lençol freático, todas as amostras dos poços, podem ser classificadas como Classe 2, segundo o parâmetro oxigênio dissolvido.

CONAMA N°357 (2008) explica que:

Art. 42°. Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente. (CONAMA N° 357, 2008, p 25).

O baixo nível de oxigênio dissolvido, conforme Janzen et al. (2008) indica consumo de oxigênio por decomposição da matéria orgânica ou respiração realizada por microorganismos.

Figura 11: Valores de Oxigênio Dissolvido obtidos das análises de amostras dos dez poços localizados na Estância Machado.



Fonte: construída com os dados da pesquisa.

#### 4.1.2 Análises Microbiológica

##### ➤ Coliformes e Escherichia coli

De acordo com a Fundação Nacional de Saúde o objetivo do exame microbiológico da água é fornecer subsídio a respeito da sua potabilidade, isto é, ausência de risco de ingestão de micro-organismos causadores de doenças, geralmente provenientes da contaminação pelas fezes humanas e outros animais de sangue quente (FUNASA, 2013).

A portaria nº 2.914 de 2011 do MS, estabelece como padrão de potabilidade para água destinada ao consumo humano, ausência de coliformes totais em 100mL de amostra.

A Tabela 5 apresenta os valores obtidos a partir da análise das amostras e a comparação com o VMP da Portaria 2914/2011 do MS para o controle e vigilância da qualidade de água para consumo humano e se padrão de potabilidade.

Tabela 5: Valores de Coliformes obtidos das análises de amostras dos dez poços localizados na Estância Machado.

<b>Escherichia coli</b>		<b>Observação</b>
<b>Amostra 1</b>	<b>&lt; 1</b>	Ausência de coliformes totais
<b>Amostra 2</b>	<b>9,6</b>	Presença de coliformes totais
<b>Amostra 3</b>	<b>27,2</b>	Presença de coliformes totais
<b>Amostra 4</b>	<b>1</b>	Presença de coliformes totais
<b>Amostra 5</b>	<b>&lt; 1</b>	Presença de coliformes totais
<b>Amostra 6</b>	<b>68,9</b>	Presença de coliformes totais
<b>Amostra 7</b>	<b>&lt; 1</b>	Presença de coliformes totais
<b>Amostra 8</b>	<b>&lt; 1</b>	Ausência de coliformes totais
<b>Amostra 9</b>	<b>13,4</b>	Presença de coliformes totais
<b>Amostra 10</b>	<b>1</b>	Presença de coliformes totais

Fonte: construída com os dados da pesquisa.

Apenas nas amostras 1 e 8 não foram detectadas a presença de Coliformes Totais.

A contaminação da água de forma microbiológica possui relação direta com a falta de manutenção e limpeza dos sistemas de captação e de armazenamento de água, presença de fezes dos animais na área do entorno dos poços, poluição e a falta de saneamento básico.

## 5 CONCLUSÃO

A água para consumo humano, sem tratamento adequado, apresenta-se como um dos principais veículos de parasitas e microrganismos causadores de doenças, tornando-se um importante elemento de risco à saúde da população que a consome.

A pesquisa teve como objetivo de verificar a qualidade da água para consumo humano proveniente de mananciais subterrâneos utilizados pela comunidade e famílias da Estância Machado, em Palmas-TO, abordando assim os aspectos de controle e vigilância da qualidade das águas destinadas ao consumo humano, através de análise físico-química e microbiológica.

Em termos de potabilidade, considerando a Portaria 2914/2011 do MS grande parte dos parâmetros físico-químico analisados atenderam os valores máximos permitidos estabelecidos pela norma. No que tange as análises microbiológicas, as bactérias do grupo coliforme são consideradas as principais indicadoras de contaminação fecal. Com exceção das amostras 1 e 8, nas amostras da água analisada observa presença de *Escherichia coli*, e também de coliformes termotolerantes. Sendo que a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde que determina que: “tolera-se a presença de coliformes totais, contudo, *Escherichia coli* tem que estar ausente”. A presença de coliformes na água dos poços atesta que essas águas estão impróprias para o consumo humano, pois estão com o nível de coliformes fecais acima do permitido pela Portaria, o que pode estar diretamente associado, a falta de saneamento básico adequado e que pode gerar uma série de problemas de saúde para a comunidade que utiliza desta água para consumo e fins diversos.

Sendo assim, em relação à higiene dos poços comum ou raso, sugere-se que as fossas não sejam construídas perto de poços e que os mesmos sejam mantidos bem tampados para evitar a entrada de insetos ou de algum animal. Recomenda-se que a comunidade busque junto ao sistema de abastecimento de água que este realize a extensão da rede para distribuição de água tratada a comunidade e que sejam tomadas as medidas corretivas e preventivas com relação ao uso da água poço para consumo da população que lá residem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRANCO, S.M. Água: origem, uso e preservação. 2.ed. São Paulo: Moderna, 2003, 96p.

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M. Recursos Hídricos no Século XXI. São Paulo: Oficina de textos, 23 51, 2011.328p.

RICHTER, C.A.; NETTO, J.M.A. Tratamento de água: Tecnologia atualizada. 1.ed. São Paulo: Blucher, p. 30-32, 1991.

CAPUCCI, E.; et al. Poços tubulares e outras captações de águas subterrâneas: orientação aos usuários. Rio de Janeiro: SEMADS, 2001. 70p.

IRITANI, M.A.; EZAKI, S. As Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo. Cadernos de Educação Ambiental. 104p. Secretaria do Meio Ambiente. Instituto Geológico. São Paulo. 2008. 104p

CARVALHO, D. F.; SILVA, L.D.B. Hidrologia UFRRJ, c. 2, p. 11-14, ago. 2006. Disponível em: . Acesso em: 07 set. 2016.

CLEARY, R.W. Águas Subterrâneas. Tampa, FL: Clean environment Brasil, 2.ed.117p. 2007.

PALUDO, D. Qualidade da água nos poços artesianos do município de Santa Clara do Sul. Monografia. 77f. Centro Universitário Univates. Lajeado, dez. 2010.

GIAMPÁ, C.E.Q.; GONÇALES, V.G. Orientações para utilização de águas subterrâneas no estado de São Paulo. Associação Brasileira de Águas Subterrânea. São Paulo: ABAS. 2005, p. 1-40. Disponível em: <<https://www.abas.org/arquivos/aguasf.pdf>> Acessado em: 12 set. 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Recursos Hídricos. Brasília, 2013. Disponível em: < <https://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas/ciclo-hidrologico>> . Acesso em: 07 set. 2016.

LIBÂNIO, M. Procedimentos da qualidade da água e tratamento de água. 2.ed.Campinas: Átomo, p. 19-53, 2005.

BICUDO, C.E.M.; et al. Águas do Brasil: análises estratégicas. São Paulo: Instituto de Botânica, p. 224, 2010.

BRASIL. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 28 jan. 2020.

BRASIL. Portaria n.º 2914/2011, 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. Diário Oficial. Brasília – DF, 2011.

Atualização realizada com s CopySpider Scholar | Anális C:\Users\beatrizthayna\

file:///C:/Users/beatrizthayna/AppData/Local/Packages/MicrosoftEdge\_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/report%20(1).html

Documentos candidatos

- abas.org/arquivos/ag... [1,38%]
- mma.gov.br/agua.html [0,17%]
- www3.ana.gov.br// [0,12%]
- exercicios.mundoeduc... [0,08%]
- brasilecola.uol.com... [0%]

Arquivo de entrada: TCC II - Beatriz Thayná. REV001.doc (7398 termos)

Arquivo encontrado	Total de termos	Termos comuns	Similaridade (%)	
abas.org/arquivos/ag...	Visualizar 7363	202	1,38	
mma.gov.br/agua.html	Visualizar 682	14	0,17	
www3.ana.gov.br//	Visualizar 611	10	0,12	
exercicios.mundoeduc...	Visualizar 906	7	0,08	
jusbrasil.com.br/dia...	-	-	-	Parece que o documento não existe ou não pode ser acessado. HTTP response code: 403
ambientes.ambientebr...	-	-	-	Download falhou. HTTP response code: 0
sistemas.meioambient...	-	-	-	Conversão falhou
cadastro.aguas.sc.go...	-	-	-	Parece que o documento foi removido do site ou nunca existiu. HTTP response code: 404
passedireto.com/arq...	-	-	-	Download falhou. HTTP response code: 0
brasilecola.uol.com...	Visualizar 1	0	0	

Windows taskbar: 18:17, 03/06/2020

Atualização realizada com s CopySpider Scholar | Ar C:\Users\beatrizthayna\AppData

https://scholar.copyspider.net/view/showStudyInCS3.php?&cfa=961f65a582e29bab1e1e5990f31aba06a10234725&changeLang=pt\_br

CopySpider Scholar Português Login

Exportar relatório Exportar relatório PDF Visualizar Gerador de Referência Bibliográfica (ABNT, Vancouver)

TCC II - Beatriz Thayná. REV001.doc (03/06/2020):

Documentos candidatos

- abas.org/arquivos/ag... [1,38%]
- mma.gov.br/agua.html [0,17%]
- www3.ana.gov.br// [0,12%]
- exercicios.mundoeduc... [0,08%]
- brasilecola.uol.com... [0%]

Arquivo de entrada: TCC II - Beatriz Thayná. REV001.doc (7398 termos)

Arquivo encontrado	Total de termos	Termos comuns	Similaridade (%)	
abas.org/arquivos/ag...	Visualizar 7363	202	1,38	
mma.gov.br/agua.html	Visualizar 682	14	0,17	
www3.ana.gov.br//	Visualizar 611	10	0,12	
exercicios.mundoeduc...	Visualizar 906	7	0,08	
jusbrasil.com.br/dia...	-	-	-	Parece que o documento não existe ou não pode ser acessado. HTTP response code: 403

Download

Windows taskbar: 18:18, 03/06/2020