



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO  
MARANHÃO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA

DÉBORA LETÍCIA DUARTE SANTOS

**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DA ÁGUA UTILIZADA  
EM HOSPITAIS DO MARANHÃO**

SÃO LUÍS-MA

2021

DÉBORA LETÍCIA DUARTE SANTOS

**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DA ÁGUA UTILIZADA  
EM HOSPITAIS DO MARANHÃO**

Monografia apresentada ao curso de Medicina Veterinária da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito para grau de Bacharel em Medicina Veterinária.

**Orientadora:** Profa. Dra. Lenka de Moraes Lacerda

SÃO LUÍS-MA

2021

Santos, Débora Letícia Duarte.

**Análises físico-químicas e microbiológicas da água utilizada em hospitais do Maranhão / Débora Letícia Duarte Santos. – São Luís, 2021.**

38 f

Monografia (Graduação) – Curso de Medicina Veterinária, Universidade Estadual do Maranhão, 2021.

Orientadora: Profa. Dra. Lenka de Moraes Lacerda.

1.Saúde pública. 2.Potabilidade. I.Título.

CDU: 628.1.033/.034:614.21(812.1)

DÉBORA LETÍCIA DUARTE SANTOS

**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DA ÁGUA UTILIZADA  
EM HOSPITAIS DO MARANHÃO**

Monografia apresentada ao curso de Medicina Veterinária da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito parcial para o grau de Bacharel em Medicina Veterinária.

Aprovada em: 02 / 08 /2021.

**BANCA EXAMINADORA:**

**ANA CRISTINA RIBEIRO**  
Dra. em Ciência dos Alimentos  
1º MEMBRO

**CARLA JANAINA REBOUÇAS MARQUES DO ROSÁRIO**  
Dra. em Biotecnologia  
2º MEMBRO

Prof. Dr. Lenka de Moraes Lacerda (Orientador)  
Dra. em Veterinária  
Departamento de Patologia/UEMA

## AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus, por nunca me abandonar e cuidar dos meus sonhos com tanta sabedoria e amor. Tudo ocorre no tempo de Deus e todos os dias aprendo que a paciência é uma dádiva e que mesmo em silêncio Deus está acompanhando todos os passos dados e como amo sua misericórdia, pois mesmo sem merecer Ele nunca me deixou sozinha, te amo Deus.

Agradeço a minha mãe, minha rainha, minha melhor amiga por me ensinar a ser como a “tartaruga surda”, essa história acompanhou meu crescimento e nunca vou esquecer. Para quem não sabe, vou resumir (fica atento para aprender uma grande história), em uma corrida vários animais estavam subindo um monte bem alto e a tartaruga foi no seu ritmo, alguns desses animais começaram a descer o monte falando que não era seguro e que não era possível chegar ao topo e a tartaruguinha continuou subindo sem parar, ela não escutava nada (era surda) e com constância ela continuou e chegou ao topo. Moral? (Pelo menos a que levei para a vida), muitas pessoas vão falar que é impossível, que você é cheio de falhas e que não vai chegar ao topo do monte, mas se continuar, só ouvir quem realmente quer o teu bem, confiar e não desistir, você vai vencer todos os obstáculos outrora ditos como impossíveis. Minha mãe é muito sábia e eu a amo muito, ela sempre conversou comigo e ensinou tudo de melhor, minha guerreira te amo demais. Obrigada por não desistir dos meus sonhos junto comigo, obrigada por confiar em mim, mesmo quando eu não acredito.

Agradeço ao meu pai por sempre lutar e ser um pai maravilhoso, papai nunca deixou faltar nada mesmo quando o mundo estava querendo que ele desistisse de lutar. Meu pai é o homem mais forte que conheço e tenho muito orgulho dele, um exemplo de caráter, resiliência, força, te amo papai.

Agradeço a minha irmã maravilhosa, que nunca desistiu dos meus sonhos e sonha junto. Quando eu tinha 5 anos fiz um pedido aos meus pais, e sabe qual foi? Ela (risos), eu sempre sonhei com uma irmã, mas imaginava que eu ia ser a mais nova (criança pensa cada coisa), quando Wanessa nasceu eu mudei, mesmo pequenina fiz uma promessa e luto todos os dias para cumprir. Prometi que eu seria um exemplo e que ela ia ter uma irmã exigente, forte e que acreditasse em tudo que ela sonhasse. Te amo Nêco.

Agradeço a minha prima Jorgiana, que é um exemplo de compaixão, ela me ensina muito e mesmo quando não falo sabe o que preciso. Jorgiana é muito mais que minha prima, ela é minha irmã que esteve presente em todos os momentos da minha vida, desde o

nascimento, quando viramos os “despertadores da Cohab” (risos). Te amo minha irmã, nunca desista dos seus sonhos e saiba que estou sempre aqui.

Agradeço às minhas avós, Dona Maria e Dona Tereza amo vocês e meu maior desejo é gerar orgulho para o sobrenome que carrego, obrigada por todas as lutas e pelo ensinamento que vocês ofereceram aos meus pais, os ensinou a ser exemplos e se caso um dia eu for mãe vou ensinar tudo que aprendi também, obrigada de verdade, amo vocês.

Agradeço ao meu tio Junior, tio te amo tanto, o senhor sempre foi exigente e eu gosto disso, o mundo não é fácil e aprendi muito com o senhor. Obrigada por ser um tio iluminado, obrigada por todos os momentos de aprendizado, te amo tio. Agradeço aos meus tios Magno e Ezequias por toda alegria compartilhada durante a vida.

Agradeço a minha tia Rose e Joana, vou falar das duas ao mesmo tempo, pois vocês sempre foram uma equipe que representam força, garra, amor, nossa se eu for falar de tudo que aprendi com vocês, vou escrever um livro (risos), amo vocês e agradeço por tudo.

Agradeço ao meu primo André, que sempre foi presente em todos os momentos, ele não sabe (nunca cheguei a falar em alto e bom tom), mas tenho muito orgulho dele e sempre o vi como alguém que vai voar tanto, quem o conhece sabe a grandiosidade da sua inteligência, te amo Dé. Hoje temos um mini André, nosso amado Benício que é um presente de Deus que nos ilumina e deixa tudo mais feliz.

Agradeço ao meu primo Daniel, que sempre cuidou da gente e me ensinou muito, desde os tempos das primeiras pedaladas na rua de pedras (muitas pedras mesmo) até hoje.

Agradeço a minha querida amiga Aline Guedes Alves, minha irmãzinha que tenho tanta admiração, orgulho. Agradeço a minha iluminada amiga Fabrícia Cristina, por ser sempre tão maravilhosa mesmo na distância. Agradeço às minhas amadas amigas Jady, Roberta e Thiara por todos os momentos compartilhados no decorrer da graduação. Agradeço aos meus amigos Eduardo, Leandro, João Vitor, Guilherme, Maurício e Lúcio por todos os aprendizados adquiridos.

Agradeço à minha orientadora Lenka de Moraes Lacerda, por todo o aprendizado durante esse processo e a todos os meus professores do curso de medicina veterinária, por compartilhar com a turma 86 todos os conhecimentos necessários para formação (vocês são maravilhosos).

Quero fazer uma homenagem a três pessoas que se ainda estivessem por aqui estariam na primeira fila de todas as minhas apresentações, Vó Maria Raimunda e meus avôs Benedito Duarte e Walmor Santos, sinto saudades.

Agradeço aos grandes amigos do meu pai, Edilson, Airton e Maura por sempre estarem contribuindo com conselhos e atitudes para com a minha família. Agradeço a todos os meus familiares, amo todos.

“Seja a mudança que você quer ver no mundo.”  
-Mahatma Gandhi



## RESUMO

A água é fundamental para a vida e em hospitais é possível observar que ocorre grande utilização, tanto para o consumo humano, higienização do ambiente e preparo de alimentos. Muitos cidadãos presentes nos hospitais estão com a imunidade baixa, devido alguma patologia, portanto é fundamental que a água disponibilizada nesse ambiente seja segura para o consumo humano, para não agravar o quadro clínico do paciente e garantir a segurança de todos os profissionais. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a qualidade físico-química e microbiológica da água de hospitais de São Luís e São José de Ribamar – MA. Foram escolhidos cinco pontos de coleta em cada estabelecimento, tendo sido analisados os indicadores de cloro, pH, turbidez, condutividade, sólidos totais dissolvidos, salinidade, dureza, cálcio, magnésio e alcalinidade. Também foi realizado o teste de colilert® para pesquisa de coliformes a 35°C e *Escherichia coli*. Todos os valores encontrados nos resultados das análises foram comparados com os valores máximos permitidos pela Portaria nº 888, de 04 de maio de 2021 do Ministério da Saúde. Os resultados das análises microbiológicas identificaram contaminação por coliformes a 35°C nas amostras das torneiras 1 e 3 do hospital I, torneiras 2, 3 e 4 do hospital II e torneiras 1, 3 e bebedouro do hospital III. Verificou-se alterações nos padrões físico-químicos para Sólidos totais dissolvidos nos hospitais I e II, pH ácido no hospital II, o aumento de cloreto nos hospitais I, II e III, a alcalinidade total estava fora dos padrões estabelecidos nos hospitais II e III. Com a pesquisa foi possível concluir que existem alterações físico-químicas em algumas amostras dos hospitais. Em relação às análises microbiológicas, 40% das amostras apresentaram coliformes a 35° C. É muito importante a realização de análises periódicas na água dos hospitais para a manutenção da qualidade estabelecida para a população e, conseqüentemente, para a saúde pública.

**Palavras-chave:** Saúde pública, Potabilidade.

## ABSTRACT

Water is essential for life and in hospitals it is possible to observe that it is widely used, both for human consumption, environmental hygiene and food preparation. Many citizens present in hospitals have altered immunity, so it is essential that the water provided in this environment is safe for human consumption, so as not to worsen the patient's clinical condition and ensure the safety of all professionals. The present work was carried out with the objective of evaluating the physical-chemical and microbiological quality of water from hospitals in São Luís and São José de Ribamar – MA. Five collection points were chosen in each establishment, and the indicators of chlorine, pH, turbidity, conductivity, total dissolved solids, salinity, hardness, calcium, magnesium and alkalinity were analyzed. The colilert® test was also carried out to search for coliforms at 35°C and *Escherichia coli*. All values found in the results of the analyzes were compared with the maximum values allowed by Ordinance N°. 888, of May 4, 2021 of the Ministry of Health. The results of the microbiological analyzes identified contamination by coliforms at 35°C in samples from taps 1 and 3 of the hospital I, taps 2, 3 and 4 from hospital II and taps 1, 3 and drinking fountain from hospital III. There were changes in physicochemical standards for total dissolved solids in hospitals I and II, acidic pH in hospital II, increased chloride in hospitals I, II and III, total alkalinity was outside the standards established in hospitals II and III. With the research, it was possible to conclude that there are physicochemical alterations in some hospital samples. Regarding microbiological analyses, 40% of the samples showed coliforms at 35° C. It is very important to carry out periodic analyzes of hospital water to maintain the quality established for the population and, consequently, for public health.

**Keywords:** Public health, Potability.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Amostras de água coletadas no hospital I em São Luís – MA.....                                      | 22 |
| Figura 2 – Reagentes do Colilert® utilizados para realização das análises microbiológicas da água.....         | 23 |
| Figura 3 – Cartelas Quanti-tray utilizadas para contagem de coliformes a 35° C e <i>E. coli</i> ....           | 23 |
| Figura 4 – Amostra de água homogeneizada com o reagente do Colilert® adicionada na cartela<br>Quanti-Tray..... | 24 |
| Figura 5 – Vedação da cartela Quanti-Tray com a amostra de água na seladora.....                               | 25 |
| Figura 6 – Cartelas Quanti-Tray dispostas na estufa bacteriológica a 35°C ± 0,5°C/24 horas..                   | 25 |
| Figura 7 – Câmara escura com luz ultravioleta utilizada para leitura de <i>E. coli</i> .....                   | 25 |
| Figura 8 – Análise do pH com a utilização do pHmetro portátil TECNOPON modelo PA210 P.....                     | 26 |
| Figura 9 – Turbidímetro utilizado nas análises físico-químicas das amostras de água.....                       | 26 |
| Figura 10 – Medidor de condutividade, salinidade e sólidos totais dissolvidos.....                             | 27 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 – Quadro clínico dos sintomas observados em humanos em cada grupo patogênico de <i>E. coli</i> ..... | 20 |
| Tabela 2 - Valores de referência avaliados nas análises físico-químicas da água potável.....                  | 29 |
| Tabela 3 – Resultados das análises microbiológicas da água do hospital I.....                                 | 30 |
| Tabela 4 – Resultados das análises microbiológicas da água do hospital II.....                                | 31 |
| Tabela 5 – Resultados das análises microbiológicas da água do hospital III.....                               | 31 |
| Tabela 6 – Resultados das análises físico-químicas da água utilizada no hospital I.....                       | 32 |
| Tabela 7 – Resultados das análises físico-químicas da água do hospital II.....                                | 33 |
| Tabela 8 – Resultados das análises físico-químicas da água do hospital III.....                               | 34 |

## LISTA DE SIGLAS

|                                |                                                                     |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| DTA'S                          | Doenças Transmitidas por Alimentos                                  |
| SISAGUA                        | Sistema de Informação de Vigilância e Controle de Qualidade da água |
| <i>E.Coli</i>                  | <i>Escherichia Coli</i>                                             |
| ANVISA                         | Agência Nacional de Vigilância Sanitária                            |
| pH                             | Potencial Hidrogeniônico                                            |
| H+                             | Íons Hidrogênio                                                     |
| ONPG                           | Substratos Cromogênico sorto-nitrofenil-β-Dgluclorídeo              |
| UV                             | Luz Ultravioleta                                                    |
| CAEMA                          | Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão                       |
| BRK                            | Brookfield                                                          |
| VPM                            | Valor Máximo Permitido                                              |
| °C                             | Graus Celsius                                                       |
| OH                             | Hidróxido                                                           |
| CO <sub>3</sub>                | Carbonato                                                           |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Ácido Sulfúrico                                                     |
| CaCO <sub>3</sub>              | Calcita                                                             |
| NMP                            | Número Mais Provável                                                |
| %                              | Porcentagem                                                         |
| Ppm                            | Partes por milhão                                                   |
| Ppt                            | Partes por trilhão                                                  |

## SUMÁRIO

|              |                                                                               |           |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>     | <b>INTRODUÇÃO.....</b>                                                        | <b>15</b> |
| <b>2</b>     | <b>OBJETIVOS.....</b>                                                         | <b>17</b> |
| <b>2.1</b>   | <b>Objetivo Geral.....</b>                                                    | <b>17</b> |
| <b>2.2</b>   | <b>Objetivos Específicos.....</b>                                             | <b>17</b> |
| <b>3</b>     | <b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>                                             | <b>18</b> |
| <b>3.1</b>   | <b>Qualidade físico-química da água.....</b>                                  | <b>18</b> |
| <b>3.2</b>   | <b>Qualidade microbiológica da água.....</b>                                  | <b>19</b> |
| <b>4</b>     | <b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>                                                | <b>22</b> |
| <b>4.1</b>   | <b>Coleta das amostras.....</b>                                               | <b>22</b> |
| <b>4.2</b>   | <b>Análises microbiológicas da água.....</b>                                  | <b>23</b> |
| <b>4.3</b>   | <b>Análises físico-químicas da água.....</b>                                  | <b>25</b> |
| <b>4.3.1</b> | <b>Determinação do pH das amostras.....</b>                                   | <b>26</b> |
| <b>4.3.2</b> | <b>Análise da turbidez.....</b>                                               | <b>26</b> |
| <b>4.3.3</b> | <b>Análise da condutividade, salinidade e sólidos totais dissolvidos.....</b> | <b>26</b> |
| <b>4.3.4</b> | <b>Análise da Alcalinidade Total.....</b>                                     | <b>27</b> |
| <b>4.3.5</b> | <b>Deteção de cloreto-Método de Calorimétrico de Moh.....</b>                 | <b>27</b> |
| <b>4.3.6</b> | <b>Análise de Dureza total.....</b>                                           | <b>28</b> |
| <b>4.4</b>   | <b>Análise dos dados.....</b>                                                 | <b>28</b> |
| <b>5</b>     | <b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>                                           | <b>30</b> |
| <b>5.1</b>   | <b>Resultado das análises microbiológicas.....</b>                            | <b>30</b> |
| <b>5.2</b>   | <b>Resultado das análises físico-químicas.....</b>                            | <b>31</b> |
| <b>6</b>     | <b>CONCLUSÃO.....</b>                                                         | <b>35</b> |
|              | <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                       | <b>36</b> |

# 1 INTRODUÇÃO

Atualmente a água representa uma das principais preocupações mundiais, é de extrema importância a manutenção de sua qualidade para a saúde pública. A ocorrência de doenças interligadas com a qualidade e distribuição da água, devem ser investigadas e evitadas. No trajeto do ponto de captação ao ponto de consumo, a água está predisposta a diversas ameaças, o comprometimento da sua qualidade pode ocasionar riscos ao consumidor (RODRIGUES, 2014).

De acordo com Moreno (2009), a água destinada ao consumo da sociedade deve possuir características que a qualifique para essa função. Segundo Brasil (2005), as doenças transmitidas por alimentos (DTA'S), são provocadas devido o consumo de água e alimentos contaminados, e podem ocasionar diversas sintomatologias.

A água contaminada utilizada para manuseio de alimentos ou para consumo direto pode causar diversas patologias. Quase 90% de quatro bilhões de casos anuais de diarreia no mundo são ocasionados devido a deficiência de saneamento básico e na distribuição de água qualificada para consumo humano (WHO/ UNICEF, 2006).

O mecanismo de transmissão de doenças relacionadas com a água, é o da ingestão (BRASIL, 2006). Segundo a Portaria N° 888, de 4 de maio de maio de 2021 do Ministério da Saúde, define o controle e vigilância da qualidade de água como o conjunto de ações que são realizadas frequentemente, com o objetivo de identificar os riscos potenciais à saúde humana.

De acordo com Freitas & Freitas (2005), no Brasil as ações relacionadas com controle e vigilância da água estão vinculadas com o Sistema de Informação de Vigilância e Controle da Qualidade da água (SISAGUA). O modelo da vigilância das situações de risco é alicerçado no entendimento das relações importantes entre saúde e ambiente, onde o fator risco não se esgota, o que torna necessário diversas abordagens e ações interdisciplinares (BARCELLOS & QUITÉRIO, 2006).

A contaminação consiste na introdução de substâncias impróprias que alteram a qualidade do meio. A matéria orgânica, os organismos patogênicos, os compostos organossintéticos e metais pesados, representam agentes contaminantes de grande importância. Em relação à contaminação derivada da matéria orgânica, sua principal origem são esgotos domésticos e águas compostas por resíduos em indústrias. A avaliação microbiológica tem um importante papel, devido a diversidade de patógenos que podem contaminar a água (BRASIL, 2006).

O método colilert® se destaca na detecção de bactérias do grupo coliformes e de *Escherichia coli* (MARQUEZI, 2010). Esse método possui grandes vantagens, uma delas é o tempo de análise, que ocorre de forma rápida (IDEXX, 2008). O Ministério da Saúde, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estipularam a realização periódica de água, para preservar e monitorar a qualidade da água utilizada em diversas aplicações hospitalares (FUSATI, 2018).

Além da utilização da água para o consumo humano, nos hospitais é notório a grande necessidade de água qualificada para os demais procedimentos, como a higienização da área hospitalar, equipamentos clínicos, cirúrgicos e na cozinha para a produção de alimentos. Logo, é importante a realização de análises da água utilizada em hospitais para garantir maior segurança para a população presente.



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Realizar análises físico-químicas e microbiológicas na água utilizada em hospitais de São Luís e São José de Ribamar – MA , verificando se a água atende aos padrões de acordo com a portaria no 888/2021 do MS.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Pesquisar a presença de coliformes a 35°C e *Escherichia coli* na água utilizada em hospitais de São Luís e São José de Ribamar – MA;
- Avaliar a qualidade físico-química e microbiológica da água utilizada em hospitais de São Luís e São José de Ribamar – MA.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Qualidade físico-química da água

A água potável é fundamental para manutenção da vida e para ela ser consumida, é necessário que apresente qualidade. A turbidez, a cor, os níveis de sólidos totais dissolvidos, temperatura, sabor e odor representam parâmetros físico-químicos estabelecidos para caracterizar as águas potáveis, é muito importante determinar esses valores para uma análise correta da água (PIVELI, 2018). A Portaria nº 888, de 04 de maio de 2021 do Ministério da Saúde, estabelece parâmetros para a manutenção da qualidade da água para consumo humano (BRASIL, 2021).

O potencial hidrogeniônico está relacionado com a intensidade das condições alcalinas ou ácidas presentes na água em seu estado físico líquido, ocorre por meio da medição da presença de íons hidrogênio  $H^+$ . As alterações podem ter origem natural ou antropogênica, quando ocorre de forma natural pode ser ocasionada por dissolução de rochas, fotossíntese e de forma antropogênica estão relacionadas com despejos domésticos e industriais. O pH representa uma das variáveis ambientais mais importantes, e sua interpretação é muito complexa, inúmeros fatores podem influenciar no seu resultado (GASPAROTTO, 2011).

A turbidez é uma característica física da água, que ocorre devido a presença de substâncias em suspensão, o tamanho das partículas que são responsáveis pela turbidez varia muito, desde grosseira a coloides acontece devido ao nível de turbulência do corpo hídrico. Com a presença desses elementos ocorre a dispersão e a absorção da luz, desse modo a água fica com a aparência turva, o que a torna perigosa e esteticamente indesejável (SANTOS, 2013). De acordo com a portaria nº 888, de 4 de maio de 2021 o valor máximo permitido de turbidez na água é de 1,0 uT para água subterrânea desinfetada e água filtrada, e 5,0 uT é o padrão de aceitação para consumo humano (BRASIL, 2021).

A condutividade refere-se à habilidade de uma solução aquosa de conduzir corrente elétrica devido a presença de íons. A temperatura está expressivamente relacionada com a condutividade, deve ser definida uma temperatura de referência (20°C ou 25°C) para realização da análise (PINTO, 2007). Os compostos orgânicos e inorgânicos na água podem contribuir ou interferir na condutividade, está ligada a variáveis como pH e temperatura. Os valores resultados da condutividade elétrica são utilizados como indicadores da qualidade da água (SLVA, 2019).

A salinidade está relacionada com a quantidade de sais dissolvidos na água, sua mensuração é realizada pela determinação da condutividade elétrica, que aumenta com o crescimento da quantidade de sais dissolvidos (GOMES, 2005).

A dureza refere-se à existência de sais de metais alcalinos terrosos, que são encontrados em cátions de cálcio e magnésio ou de outros metais, como o bário, zinco e estrôncio. A dureza pode se apresentar de forma permanente ou temporária (APDA, 2012).

Alcalinidade é um parâmetro muito importante, ela representa a quantidade de ácido que a água pode absorver sem alterar o pH. Varia conforme a localização, em ambientes com disponibilidade de rochas de cálcio, a alcalinidade é maior do que área com outros materiais, como o granito (DIGITAL WATER, 2021).

O cloreto representa o ânion inorgânico mais comum presente na água. Sua concentração varia de acordo com a região (PORTAL DE TRATAMENTO DE ÁGUA, 2008). O valor máximo permitido desse parâmetro na análise físico-química da água é de 250mg/L, de acordo com a portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2021).

### **3.2 Qualidade microbiológica da água**

Segundo a Portaria nº888, de 04 de maio de 2021 a água só deve ser destinada para consumo humano se não apresentar coliforme a 35°C e *Escherichia coli* (*E.coli*) (BRASIL, 2021). A técnica de colilert® é um método rápido baseado na identificação dos micro-organismos. Acontece por meio da alteração de cor e fluorescência e não tem a necessidade de testes confirmativos (ALMEIDA NETO; REIS,2017). O reagente contém os substratos cromogênicos orto-nitrofenil-β-D-galactopiranosídeo (ONPG) e o fluorogênico 4-metilumbeliferil-β-Dglucoronídeo (MUG), que possuem a capacidade de detectar bactérias do grupo coliforme a 35°C e *E. coli* (MANAFI, 2000).

Quando a água permanece incolor, indica a ausência de bactérias pertencentes ao grupo coliforme. Caso o meio apresente alteração de cor para amarelo significa que possui a presença de coliformes a 35°C e no caso de apresentar fluorescência com a exposição à luz, a *E. coli* está presente na água analisada (ALMEIDA NETO; REIS, 2017).

A contagem através das cartelas quanti-tray ocorre depois do período de 18 a 24 horas a  $35 \pm 0,5^\circ \text{C}$  em estufas bacteriológicas (OLIVEIRA, 2013). A tabela própria da IDEXX quanti-tray, é muito simples de ser utilizada, segundo orientações do fabricante basta contar quantas amostras das cartelas quanti-tray apresentaram tonalidade amarela e fazer uma

contagem de partes grandes e pequenas positivas e conferir o resultado na tabela própria. Os espaços maiores da cartela Quanti-tray estão representados no vertical da tabela e os espaços menos estão na horizontal (IDEXX, 2021).

Coliformes a 35°C representam uma classe de bactérias que realizam fermentação de lactose com a produção de ácidos, aldeído e gás a 35°C no intervalo 24 a 48 horas (ALVES, 2018). Em relação aos coliformes termotolerantes a Portaria 888, de maio de 2021 do Ministério da Saúde, coliformes termotolerantes fazem parte do subgrupo de bactérias do grupo coliforme que realizam a fermentação da lactose a  $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  em 24 horas. A principal representante desse subgrupo é a *Escherichia coli*, que possui origem fecal (BRASIL, 2021).

*E. coli* é uma bactéria que pertence ao grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, realiza a produção de indol a partir do triptofano, possui oxidase negativa, não hidrolisa a ureia e possui atividade das enzimas  $\beta$  galactosidase e  $\beta$  glucoronidase. *E. coli* representa um mecanismo indicador de contaminação fecal, a natureza ubíqua é pouco provável, o que afirma essa representatividade (BRASIL, 2013).

É um coliforme termotolerante que possui a capacidade de fermentar a lactose entre as temperaturas de 44 e 45°C, essa característica a diferencia de outros coliformes e enterobactérias. É um micro-organismo anaeróbio facultativo, a maioria das estirpes de *E. coli* são inofensivos para a saúde, mas em alguns casos, como o O157:H7 podem causar graves infecções (ROMPRE et al., 2002) (Tabela 1).

**Tabela 1:** Quadro clínico dos sintomas observados em humanos em cada grupo patogênico de *E. coli*.

| <b><i>E. coli</i> patogênica</b>                            | <b>Sintomatologia</b>                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ETEC</b> ( <i>E. coli</i> enterotoxigênica )             | Diarreia, cólicas abdominais, febre baixa, náuseas e mal estar.                                                                          |
| <b>EPEC</b> ( <i>E. coli</i> enteropatogênica)              | Diarreia aquosa, vômitos e febre baixa.                                                                                                  |
| <b>STEC</b> (Produtoras de toxina Shiga de <i>E. coli</i> ) | Diarréia com ou sem sangue, colite hemorrágica e síndrome hemolítica-urêmica                                                             |
| <b>EIEC</b> ( <i>E. coli</i> enteroinvasora )               | Disenteria leve, cólicas abdominais, diarréia, vômitos, febre, calafrios, mal-estar generalizado e fezes que podem conter sangue e muco. |
| <b>EAEC</b> ( <i>E. coli</i> enteroagregativa)              | Diarréia aguda persistente, inflamação crônica, desnutrição e diminuição do                                                              |

---

|                                                 |                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                 | desenvolvimento físico e intelectual em crianças.                                                                                               |
| <b>EHEC</b> ( <i>E. coli</i> enterohemorrágica) | Colite hemorrágica (caracterizada por cólicas severas, dor abdominal), náuseas ou vômitos, diarreia com ou sem sangue e febre baixa ou ausente. |

---

**Fonte:** OLIVEIRA, 2013.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo que foi desenvolvido em três hospitais, localizados em São Luís e São José do Ribamar - MA, durante os meses de maio a julho de 2021. O hospital de São Luís é abastecido pela CAEMA (Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão) e faz tratamento com cloro na água. Os hospitais de São José de Ribamar são abastecidos pela BRK (Brookfield) que também realiza tratamento com cloro. As análises seguiram os Procedimentos Operacionais Padrões do Laboratório de Microbiologia e Água e Laboratório de Físico-química dos Alimentos do Curso de Medicina Veterinária da Universidade Estadual do Maranhão. O resultado de cada parâmetro analisado para a qualidade da água utilizada dos hospitais, foi comparado ao valor máximo permitido estabelecido (VMP) pela Portaria nº 888, de 04 de maio de 2021 do Ministério da Saúde.

### 4.1 Coleta das amostras

As águas foram coletadas em frascos estéreis, identificadas e encaminhadas em caixas isotérmicas contendo gelo reciclável ao Laboratório de Microbiologia e Água e ao Laboratório de Físico-química dos Alimentos do Curso de Medicina Veterinária da UEMA, sendo no total cinco amostras em cada hospital (Figura 1).

**Figura 1:** Amostras de água coletadas no hospital I em São Luís - MA.



**Fonte:** Autoria própria.

## 4.2 Análises microbiológicas da água

A pesquisa de coliformes a 35°C e *E. coli* foi realizada pelo método rápido Colilert®, utilizando-se teste do substrato enzimático cromogênico o qual quantifica, simultaneamente coliformes totais e *E. coli* (APHA, 2005), conforme instruções do fabricante. Foi utilizado uma tabela específica de conversão, determinando o NMP de Coliformes a 35°C e de *E. coli*/100 mL da amostra sob análise (Figuras 2, 3 e 4).

**Figura 2:** Reagentes do Colilert® utilizados para realização das análises microbiológicas da água.



Fonte: Autoria própria.

**Figura 3:** Cartelas Quanti-tray utilizadas para contagem de coliformes a 35° C e *E. coli*.



Fonte: Autoria própria.

**Figura 4:** Amostra de água homogeneizada com o reagente do Colilert® adicionada na cartela Quanti- Tray.



**Fonte:** Autoria própria.

As cartelas foram seladas após a adição das amostras de água, para evitar exposição, contaminação e perda do material durante o processo de análise (Figura 5).

**Figura 5:** Vedação da cartela Quanti-Tray com a amostra de água na seladora.



**Fonte:** Autoria própria.

Após essa etapa as cartelas foram dispostas na estufa bacteriológica a  $35^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  por 24 horas para leitura dos resultados (Figura 6).



**Figura 6:** Cartelas Quanti-Tray dispostas na estufa bacteriológica a  $35^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}/24$  horas.



**Fonte:** Autoria própria.

Após o período de 24 horas, foram realizadas as leituras das cartelas, verificando a mudança da cor do meio para amarelo e utilizando a tabela IDEXX Quanti Tray, para obter o resultado de Coliformes a  $35^{\circ}\text{C}$  e através de uma câmara escura com luz ultravioleta, observou-se a presença de fluorescência nas amostras positivas para *E. coli* (Figura 7).

**Figura 7:** Câmara escura com luz ultravioleta utilizada para leitura de *E. coli*.



**Fonte:** Autoria própria.

#### 4. 3 Análises físico-químicas da água

As análises físico-químicas da água (cloretos, dureza, alcalinidade em  $\text{HCO}_3$ , alcalinidade total, cloretos, pH, turbidez) foram realizadas de acordo com o preconizado pelo Manual Prático de Análise de Água da Funasa (BRASIL, 2013).

#### 4. 3. 1 Determinação do pH das amostras

Inicialmente o pHmetro foi ligado até sua estabilização, em seguida lavou-se os eletrodos com água destilada e enxugou-se com papel absorvente, sendo que o aparelho foi calibrado com soluções padrões com variação de pH de 4-7 ou 9. Introduziu-se os eletrodos na amostra de água, por 5 minutos ou até estabilizar e realizou-se a leitura (Figura 8).

**Figura 8:** Análise do pH com a utilização do pHmetro portátil.

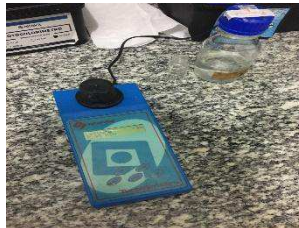


**Fonte:** Autoria própria.

#### 4. 3. 2 Análise da turbidez

Utilizou-se o turbidímetro para realização das análises de turbidez, e a cada troca de amostra o equipamento foi higienizado com água destilada (Figura 9).

**Figura 9:** Turbidímetro utilizado nas análises físico-químicas das amostras de água.



**Fonte:** Autoria própria.

#### 4. 3. 3 Análise da condutividade, salinidade e sólidos totais dissolvidos

Utilizou-se o medidor de condutividade para realização das análises de condutividade, salinidade e sólidos totais dissolvidos, a cada troca de amostra o equipamento foi higienizado com água destilada (Figura 10).

**Figura 10:** Medidor de condutividade, salinidade e sólidos totais dissolvidos



**Fonte:** STRA, 2021.

#### **4. 3. 4 Análise da Alcalinidade Total**

Foi adicionado 50 mL da amostra de água no Erlenmeyer, em seguida adicionou-se 3 gotas da solução indicadora de fenolftaleína. Após essa etapa, observou-se a coloração presente na amostra, caso apresentasse uma tonalidade rósea, indicaria presença de OH e CO<sub>3</sub>, nesse momento foi necessário titular com a solução padronizada de ácido sulfúrico 0,02N, até o desaparecimento da coloração rósea para incolor e anotou-se o volume gasto da titulação.

Em seguida adicionou-se 3 gotas da mistura dos indicadores verde de bromocresol e vermelho de metila, caso a amostra apresentasse coloração verde, indicaria a presença de HCO<sub>3</sub>, nesse caso era necessário titular com a solução de ácido sulfúrico 0,02N até ocorrer a mudança de tonalidade de azul para amarelo e anotou-se o volume de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gasto (V) em mL.

Cálculo realizado:

Alcalinidade Total em mg/L de CaCO<sub>3</sub> = V x 20

Onde:

V = Volume da amostra

#### **4. 3. 5 Detecção de cloreto**

Pipetou-se em seguida 50 mL da amostra de água e adicionou-se no Erlenmeyer e mais 50 mL de água destilada em outro frasco de Erlenmeyer. O passo seguinte foi adicionar 1 mL do indicador cromato de potássio a 5% nos dois frascos, posteriormente titulou-se com a

solução padronizada de nitrato de prata até a mudança de tonalidade, que foi da cor amarela para a cor telha (laranja).

Cálculo realizado:

$$\text{Cloretos (mg/mL)} = \frac{(V_a - V_b) \times 35,45 \times N_x \times F_c \times 1000}{V_1}$$

Onde:

V<sub>a</sub>= Volume de solução de nitrato de prata gasto na titulação da amostra.

V<sub>b</sub>= Volume (mL) de solução de nitrato de prata gasto na titulação do branco.

N<sub>x</sub>= Normalidade da solução de nitrato de prata que deve ser sempre o valor 0,0141

N.

F<sub>c</sub>= Fator de correção volumétrica da solução de nitrato de prata.

V<sub>1</sub>= Volume da amostra (mL).

#### 4. 3. 6 Análise de Dureza total

Adicionou-se 10mL da amostra de água em um frasco Erlenmeyer, em seguida 10 mL de água destilada em outro Erlenmeyer e 2 mL da solução para dureza (Ca + Mg). Após essa etapa, adicionou-se uma pequena quantidade de negro de Eriocromo T em ambos os recipientes, caso a amostra apresentasse uma coloração vermelho-púrpura, era necessário titular com EDTA 0,01 M até a alteração da coloração para azul. No final do processo avaliou-se o volume gasto de EDTA na titulação (mL).

Cálculo realizado:

$$\text{Dureza total: } \frac{(V_a - V_b) \times 1000 \times F_c}{V_1}$$

Onde:

V<sub>a</sub>= Volume (mL) de solução de EDTA gasto na titulação da amostra

V<sub>b</sub>= Volume (mL) de solução EDTA gasto na titulação do branco

F<sub>c</sub>= Fator de correção da solução de EDTA

V<sub>1</sub>= Volume (mL) da amostra

É importante ressaltar que o resultado da dureza total, também representa o valor de cálcio e magnésio da amostra.

#### 4.4 Análise dos dados

Os resultados da análise descritiva das características físico-químicas e microbiológicas foram comparados com os Valores Máximos Permitidos (VMP), descrito na Resolução nº 888, de 4 de maio de 2021, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2021). Logo em seguida analisados no *Software Prism 7.0*, onde foram extraídas as médias e desvio padrão dos dados (Tabela 5).

**Tabela 2:** Valores de referência avaliados nas análises físico-químicas da água potável

|                            |                |
|----------------------------|----------------|
| pH                         | 6,00 a 9,00    |
| Turbidez                   | 5 NTU          |
| Salinidade                 | 200 mg/L       |
| Condutividade              | 200 Us         |
| Cálcio e Magnésio          | 250 mg/L       |
| Sólidos Totais Dissolvidos | 500 mg/L       |
| Alcalinidade Total         | 300 a 500 mg/L |
| Cloreto                    | 250 mg/L       |
| Dureza                     | 300 mg/L       |

**Fonte:** Portaria nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Resultado das análises microbiológicas

Em relação às 15 amostras de água avaliadas nos três hospitais do Maranhão, oito apresentaram coliformes a 35°C, o que representa mais de 50% das amostras fora dos padrões. Cada organismo pode apresentar diferentes reações para o mesmo micro-organismos, alguns pacientes podem apresentar significativa piora no seu estado clínico devido a ingestão de uma água com a presença de coliformes a 35°C e *E. coli*. É muito importante o tratamento correto das águas utilizadas em hospitais, para correção de fatores fora dos padrões estabelecidos na legislação.

Realizando a análise da água é possível identificar alguns micro-organismos que são nocivos à saúde, como *E. coli*. Essas bactérias podem ser encontradas no trato intestinal de animais de sangue quente, quando encontrada em água utilizada para consumo, demonstra que a higiene pode estar afetada (ROCHA, 2011).

As torneiras 1 e 3 do hospital I localizado em São Luís do Maranhão, apresentaram resultados positivos para coliformes a 35°C variando de 3.1 NMP/mL a 10.9 NMP/mL, sendo consideradas impróprias para consumo humano (Tabela 2). A portaria nº 888, de 04 de maio de 2021 cita que a água deve ter ausência de coliformes a 35°C e *E. coli* para ser considerada segura para o consumo (BRASIL, 2021).

**Tabela 3:** Resultados das análises microbiológicas da água do hospital I.

| HOSPITAL I | Coliformes a 35°C | <i>E. coli</i> |
|------------|-------------------|----------------|
| Torneira 1 | 3.1 NMP/mL        | Negativo       |
| Torneira 2 | Negativo          | Negativo       |
| Torneira 3 | 10.9 NMP/mL       | Negativo       |
| Torneira 4 | Negativo          | Negativo       |
| Bebedouro  | Negativo          | Negativo       |

**Fonte:** Autoria Própria.

Euba Neto et al. (2012) realizaram uma pesquisa sobre análises microbiológicas da água utilizada em São Paulo – SP, obtiveram resultados semelhantes ao presente trabalho, com presença de coliformes a 35°C e ausência de *E.coli* em amostras de água.

As torneiras 2, 3 e 4 do hospital II localizado em São José de Ribamar, apresentaram coliforme a 35°C variando de 3.0 NMP/mL a 1203.03 NMP/mL (Tabela 4).

**Tabela 4:** Resultados das análises microbiológicas da água do hospital II.

| HOSPITAL 2 | Coliformes a 35°C | <i>E. coli</i> |
|------------|-------------------|----------------|
| Torneira 1 | Negativo          | Negativo       |
| Torneira 2 | 3.1 NMP/mL        | Negativo       |
| Torneira 3 | 3.0 NMP/mL        | Negativo       |
| Torneira 4 | 1203.03 NMP/mL    | Negativo       |
| Bebedouro  | Negativo          | Negativo       |

**Fonte:** Autoria Própria.

Indo de encontro com a pesquisa realizada por Silva et al. (2019) onde analisaram a qualidade microbiológica da água dos bebedouros nas escolas públicas de Pernambuco, que apresentou coliformes a 35°C e *E. coli* nas análises realizadas.

As torneiras 1, 3 e bebedouro do hospital III localizado em São José de Ribamar, apresentaram resultados positivos para coliformes a 35°C variando de 1.0 NMP/mL a 1299.7 NMP/mL. Nessa análise o bebedouro também estava fora dos padrões estabelecidos na portaria, comparando com os outros hospitais onde a pesquisa foi realizada, esse foi o único que apresentou presença de coliformes a 35°C nesse ponto de coleta (Tabela 4).

**Tabela 5:** Resultados das análises microbiológicas da água do hospital III.

| HOSPITAL 3 | Coliformes a 35°C | <i>E. coli</i> |
|------------|-------------------|----------------|
| Torneira 1 | 1.0 NMP/mL        | Negativo       |
| Torneira 2 | Negativo          | Negativo       |
| Torneira 3 | 2.0 NMP/mL        | Negativo       |
| Torneira 4 | Negativo          | Negativo       |
| Bebedouro  | 1299.7 NMP/mL     | Negativo       |

**Fonte:** Autoria própria.

## 5.2 Resultados das análises físico-químicas

Analizou-se 15 amostras de água e em todos os hospitais foram encontradas alterações físico-químicas, como pH, alcalinidade total, sólidos totais dissolvidos, cloreto. A água destinada para o consumo humano deve estar de acordo com o descrito na Portaria nº 888, de 04 de maio de 2021 do Ministério da Saúde.

As análises físico-químicas avaliam componentes que constituem substâncias e determinam parâmetros para a qualificação da água. A turbidez, a cor, os níveis de sólidos em suas diversas frações, temperatura, sabor e odor representam os parâmetros utilizados para

caracterizar as águas naturais. Esses fatores fornecem indicações de extrema importância para a caracterização química, como os níveis de sólidos em suspensão, que estão associados à turbidez (PIVELI, 2001).

É extremamente importante que os resultados obtidos nas análises físico-químicas e microbiológicas estejam de acordo com o estabelecido na portaria nº888/2021, para que a água disponibilizada para consumo humano não apresente risco de contaminação por micro-organismos e os padrões físico-químicos se encontrem ideais para segurança da saúde pública.

Todas as amostras do hospital I ultrapassaram o valor limite estabelecido de sólidos totais dissolvidos (500 mg/L) e cloreto (250 mg/L) pela legislação vigente (Tabela 5 e 6).

**Tabela 6:** Resultados das análises físico-químicas da água utilizada no hospital I.

| ENSAIO                     | y ± s                | REFERÊNCIA     |
|----------------------------|----------------------|----------------|
| Alcalinidade Total         | 36,38 ± 19,33        | 300 a 500 mg/L |
| Cálcio                     | 0,00 ± 0,00          | 250 mg/L       |
| Cloretos                   | 24.676,35 ± 14231,78 | 250 mg/L       |
| Salinidade                 | 1,37 ± 0,52          | 200 mg/L       |
| Condutividade              | 307,44 ± 671,72      | 200 uS         |
| Magnésio                   | 0,00 ± 0,00          | 250 mg/L       |
| pH                         | 6,52 ± 0,12          | 6,0 a 9,0      |
| Turbidez                   | 0,24 ± 0,38          | 5,0 NTU        |
| Dureza Total               | 0,00 ± 0,00          | 300,0 mg/L     |
| Sólidos Totais Dissolvidos | 1594,2 ± 709,31      | 500 mg/L       |

**Fonte:** Autoria própria.

Nóbrega et al. (2015) obtiveram valores de pH variando de 6,4 a 7,9 em água de hospitais localizados em São Domingos-SC, valores semelhantes ao encontrado no hospital I da atual pesquisa e se enquadram no determinado pela portaria 888, de 04 de maio de 2021. Normalmente os cloretos estão presentes em águas brutas e sua concentração pode variar. Estão presentes na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio e segundo a Portaria nº888, de 4 de maio de 2021, o teor de 250 mg/l é o valor máximo permitido para água potável (BRASIL, 2021).

O potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido, acidez, fósforo, cloretos estão relacionados com os parâmetros químicos mais utilizados para caracterização da água. São avaliados o conteúdo orgânico presente na água, gases dissolvidos, entre outras características (NOGUEIRA, 2015).

Em relação ao resultado das análises físico-químicas do hospital II, todas as amostras apresentaram valores de pH fora do padrão estabelecido pela Portaria 888/2021, onde o valor



estipulado é de 6,0 a 9,0 e todas as amostras apresentaram valores inferiores entre 4,43 e 5,52. O resultado das amostras de Sólidos Totais Dissolvidos também apresentaram valores fora do padrão estabelecido pela Portaria nº 888/2021, o valor máximo permitido é de 500 mg/L e todas as amostras ultrapassaram esse limite. A alcalinidade total, que costuma variar entre 30 a 50 mg/L, resultou em valores inferiores. Segundo a Portaria nº 888/2021, o valor máximo permitido para o cloreto é de 250 mg/L, e todas as amostras apresentaram resultados superiores (Tabela 7).

**Tabela 7:** Resultados das análises físico-químicas da água do hospital II.

| ENSAIO                            | y ± s               | REFERÊNCIA     |
|-----------------------------------|---------------------|----------------|
| <b>Alcalinidade Total</b>         | 10,4 ± 8,17         | 300 a 500 mg/L |
| <b>Cálcio</b>                     | 0,00 ± 0,00         | 250 mg/L       |
| <b>Cloretos</b>                   | 46.185,88 ± 4866,74 | 250 mg/L       |
| <b>Salinidade</b>                 | 1,77 ± 0,37         | 200 mg/L       |
| <b>Condutividade</b>              | 3,08 ± 0,70         | 200 uS         |
| <b>Magnésio</b>                   | 0,00 ± 0,00         | 250 mg/L       |
| <b>pH</b>                         | 5,07 ± 0,41         | 6,0 a 9,0      |
| <b>Turbidez</b>                   | 0,05 ± 0,01         | 5,0 NTU        |
| <b>Dureza Total</b>               | 0,00 ± 0,00         | 300,0 mg/L     |
| <b>Sólidos Totais Dissolvidos</b> | 1724,4 ± 415,70     | 500 mg/L       |

**Fonte:** Autoria própria.

Na presente pesquisa verificou-se que nos três hospitais analisados a alcalinidade total estava fora dos padrões determinados pela legislação 888, de 04 de maio de 2021. A alcalinidade total é obtida através do somatório das diferentes formas de alcalinidade, ou seja, representa a concentração de hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos, expressa em termos de carbonato de cálcio. A medida da alcalinidade é essencial no decorrer do processo de tratamento de água, devido a função do seu teor que determina a dosagem dos produtos químicos que vão ser utilizados. Quando a alcalinidade é muito baixa é necessário provocar uma alcalinidade artificial com a utilização de substâncias alcalinas e quando está alta, é necessário realizar o procedimento contrário, acidificando-se a água, o limite permitido de alcalinidade total, está entre 30 e 500 mg/L (BRASIL, 2021).

No estudo realizado por Mousinho et al. (2014) as amostras de água de bebedouro e de torneira de uma creche localizada em Teresina-PI, apresentaram resultados de acordo com o estabelecido pela legislação. Na creche I a alcalinidade totalizou 30 mg.L<sup>-1</sup> e na creche II o resultado foi semelhante, resultando em 33 mg.L<sup>-1</sup>.

As análises físico-químicas de todas as amostras do hospital III apresentaram um pH inferior ao estabelecido pela portaria, todos os resultados de sólidos totais dissolvidos também estavam fora dos padrões estabelecidos pela legislação, que estipula 500 mg/L como o valor máximo permitido e todas as análises apresentaram um valor superior. A alcalinidade total, que varia entre 30 e 50 mg/L, resultou em valores inferiores. o valor máximo permitido para o cloreto é de 250 mg/L, e todas as amostras apresentaram resultados superiores (Tabela 8).

**Tabela 8:** Resultados das análises físico-químicas da água do hospital III.

| ENSAIO                     | y ± s                | REFERÊNCIA     |
|----------------------------|----------------------|----------------|
| Alcalinidade Total         | 5,2 ± 7,15           | 300 a 500 mg/L |
| Cálcio                     | 0,00 ± 0,00          | 250 mg/L       |
| Cloretos                   | 41.487,14 ± 16355,45 | 250 mg/L       |
| Salinidade                 | 1,92 ± 0,84          | 200 mg/L       |
| Condutividade              | 3,62 ± 1,27          | 200 uS         |
| Magnésio                   | 0,00 ± 0,00          | 250 mg/L       |
| pH                         | 4,67 ± 0,47          | 6,0 a 9,0      |
| Turbidez                   | 0,04 ± 0,00          | 5,0 NTU        |
| Dureza Total               | 0,00 ± 0,00          | 300,0 mg/L     |
| Sólidos Totais Dissolvidos | 1735 ± 850,33        | 500 mg/L       |

**Fonte:** Autoria Própria.

Com as alterações apresentadas a água apresenta uma situação de potencial risco aos pacientes, o que é extremamente grande por se tratar de pessoas com a imunidade afetada. A água deve ser tratada e monitorada em relação à sua qualidade físico-química e microbiológica.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O estudo relatou que existem sim contaminações microbiológicas e físico-químicas em algumas amostras dos três hospitais do Maranhão analisados. Uma água fora dos padrões estabelecidos pela Portaria 888/2021 representa risco ao consumidor e em hospitais é fundamental que a água oferecida aos pacientes esteja de acordo com todos os parâmetros determinados na legislação. Afinal, o sistema imunológico comprometido pode facilitar a contaminação e agravar o estado de saúde do paciente. É muito importante a realização de análises periódicas para verificação da qualidade da água disponível e correção de parâmetros necessários.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA NETO, M. G.; REIS, R. B. S. Agrotóxicos em água para ao Consumo Humano. **Rev. Psic.**, V. 10, n. 33. Jan./2017. ISSN – 1981-1179. Disponível em: <https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/view/621/875>. Acesso em: 18 de jun. 2021.
- ALVES, S. G. S.; ATAIDE, C. D. G.; SILVA, J. X. Análise microbiológica de coliformes totais e termotolerantes em água de bebedouros de um parque público de Brasília, Distrito Federal. **Rev. Cient. Sena Aires**, v. 7, n. 1, p. 12-17, 2018.
- APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. 22<sup>a</sup> ed. Washington: **American Public Health Association/American Water Works Association/Water Pollution Control Federation**, 2012.
- APDA. **FT-QI-Dureza Total**. Comissão Especializada da Qualidade da Água., 2012. Disponível em: [www.apda.pt/site/upload/FT-QI-10-%20Dureza%20total.pdf](http://www.apda.pt/site/upload/FT-QI-10-%20Dureza%20total.pdf). Acesso em: 25 de jun. 2021.
- BARCELLOS, C.; QUITÉRIO, L. A. D. Vigilância ambiental em saúde e sua implantação no Sistema Único de Saúde. **Revista Saúde Pública**, 2006; 40(1):170-7. Disponível em: <https://www.scielo.com.br/rsp/a/KRGj4FpbpkCpYHxqdy6fcdG/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 19 de jun. 2021.
- BRASIL. **Qualidade da água para consumo humano, Cartilha para promoção e proteção da saúde**. Ministério da Saúde, Brasília, DF, 53p. 2018. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/qualidade\\_agua\\_consumo\\_humano\\_cartilha\\_promocao.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/qualidade_agua_consumo_humano_cartilha_promocao.pdf). Acesso em: 19 de jun. 2021.
- BRASIL. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasília, DF. Ministério da Saúde, 2006. Disponível em: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia\\_controle\\_qualidade\\_agua.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf). Acesso em: 07 de julho de 2021.
- BRASIL. **Portaria GM/MS Nº888, de 4 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 21 de jun. 2021.
- BRASIL. **Manual Prático de Análise de Água**. 4<sup>a</sup> Edição. FUNASA. Brasília, 2013.
- BRASIL. **Manual Prático de Análise de Água**. 2<sup>a</sup> ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006. 146 p.
- BRASIL. **Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de Março de 2005**. Alterada pelas Resoluções CONAMA Nº 393/2007, Nº397/2008, Nº 410/2009 e Nº 430/2011.2005. Disponível em:[https://icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res\\_conama\\_357\\_2005\\_classificacao\\_corpos\\_agua\\_rtfcdaltrd\\_res\\_393\\_2007\\_397\\_2008\\_410\\_2009\\_430\\_2011.pdf](https://icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcdaltrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf). Acesso em: 18 de jun. 2021.
- BRASIL. **Perguntas e Respostas sobre a Portaria MS Nº 2.914/2011**. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em saúde ambiental e saúde do trabalhador. Coordenação Geral de Vigilância em saúde ambiental. Programa Nacional em Vigilância da qualidade da água para consumo humano. Brasília/DF, 2012. 31p.

BRASIL. **Portaria Nº 1.469, de 29 de Dezembro de 2000.** Ministério da Saúde, Gabinete do Ministro. 2000.

BRASIL. **Portaria de consolidação de nº de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde.** Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

CETESB. **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo.** 2009. Disponível em: <https://cetesb.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2020/09/Apendice-D-Indices-de-Qualidade-das-Aguas.pdf>. Acesso em: 17 de jun. 2021.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DE SÃO PAULO (CETESB). 2006. **Norma técnica L5 201, de janeiro de 2006.** Contagem de bactérias heterotróficas: método de ensaio. São Paulo: CETESB. 14 p. 2006.

DIGITAL WATER. **Alcalinidade da água: O que é Alcalinidade?** 2021. Disponível em: [https://www.digitalwater.com.br/alcalinidade\\_na\\_agua/](https://www.digitalwater.com.br/alcalinidade_na_agua/). Acesso em: 24 de jun. 2021.

DOMINGUES, V. O. **Contagem de bactérias heterotróficas na água para consumo humano: comparação entre duas metodologias.** Saúde, Santa Maria, vol. 33, n 1: p 15-19, 2007.

EUBA NETO, M. et al. Análises físicas, químicas e microbiológicas das águas do balneário Veneza na bacia hidrográfica do médio Itaperucu, MA. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.79, n.3, p.397-403, jul./set., 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aib/a/Vqj5RpWGcSHJ5LFwVXPFLf/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 19 de jun. 2021.

Freitas, M.B.; Freitas, C.M. A vigilância da qualidade da água para consumo humano – desafios e perspectivas para o Sistema Único de saúde. **Ciência & Saúde Coletiva** 2005; 10(4): 993- 1004.

Fundação Nacional da Saúde (Funasa) Ministério da Saúde. **Manual prático de análise de água.** 1ª Edição, Brasília 2004.

FUSATI. **Tratamento da Água no Ambiente Hospitalar.** 2018. Disponível em: <https://www.fusati.com.br/o-tratamento-da-agua-no-ambiente-2wevmjm/>. Acesso em: 13 de jul. 2021.

GASPAROTTO, F. A. **Avaliação Ecotoxicológica e Microbiológica da água de nascentes urbanas no município de Piracicaba-SP.** 2011. Dissertação. (Mestrado em Ciências: Biologia na Agricultura e no Ambiente) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

GOMES, A. S.; CLAVICO, E. **Propriedade Físico-Químicas da Água.** Universidade Federal Fluminense. Departamento de Biologia Marinha. 2005. 15p.

HOLANDA, T. B.; VASCONCELLOS, M. C. GEO-HELMINTOS: Análise e sua relação com saneamento – uma revisão interativa. **Revista Brasileira de Geografia Médica e Saúde, HYGIA**, 11 (20): 1 - 11, Jun./2015. ISSN:1980-1726. Disponível em: [https://arca.fiocruz.br/bitstream/iciict/13424/2/mauricio\\_carvalhoeholanda\\_IOC\\_2015.pdf](https://arca.fiocruz.br/bitstream/iciict/13424/2/mauricio_carvalhoeholanda_IOC_2015.pdf). Acesso em: 28 de jun. 2021.

IDEXX LABORATORIES. Disponível em: <<http://al.idexx.com/agua/>> . Acesso em: 17 jun. 2021.

MANAFI, M. New developments on chromogenic and fluorogenic culture media Int. **J. Food Microbiol.**, v. 60, p.205-218, 2000.

MORENO, A. et al. Factores psicosociales relacionados con el consumo doméstico de água em uma região semidesértica. **salud pública de méxico** / vol. 51, no. 4, julio-agosto de 2009.

MARQUEZI, M. C.; GALLO, C. R.; DIAS, C. T. S. **Comparação entre métodos para a análise de coliformes totais e E. coli em amostras de água**. 7p. 2021. Disponível em: [periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0073-985520100003000003&lng=e&nrm=iso&tlng=pt](http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-985520100003000003&lng=e&nrm=iso&tlng=pt). Acesso em: 12 de jul. 2021.

NOGUEIRA, F. F.; COSTA, I. A.; PEREIRA, U. A. **Análise de parâmetros físico-químicos da água e do uso e ocupação do solo na sub-bacia do Córrego da Água Branca no município de Nerópolis – Goiás**. (Monografia) - Ministério da Educação, Universidade de Goiás, Escola de Engenharia Civil e Ambiental, curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Goiânia, 2015. 56p.

PINTO, M. C. F. **Manual medição in loco: Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e Oxigênio Dissolvido**. CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2007. Disponível em: [http://www.cprm.gov.br/publique/media/gestao\\_territorial/geologia\\_medica/manual\\_medicoes\\_T\\_%20pH\\_OD.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/gestao_territorial/geologia_medica/manual_medicoes_T_%20pH_OD.pdf). Acesso em: 13 de jun. de 2021.

PIVELI, R. P. **Características físicas das águas: cor, turbidez, sólidos, temperatura, sabor e odor**. [2001].

PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA. **Parâmetros Analíticos**. 2008. Disponível em: <https://tratamentodeagua.com.br/artigo/parametros-analiticos/>. Acesso em: 16 de jun. 2021.

ROCHA, E. S. Análise microbiológica da água de cozinha e/ou cantinas das instituições de ensino do município de Teixeira de Freitas (BA). **Rev. Baiana Saúde Pública**, Miolo. V. 34 – Nº 3, indd 694. 2011.

RODRIGUES, A. B. **Avaliação de risco da qualidade da água de abastecimento de um hospital público regional de urgência e emergência**. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia civil e Ambiental. Campina Grande – PB, Fevereiro, 2014. 99p.

ROMPRE, A. et al. (2002). Detection and enumeration of E. coli forms in drinking water: Current methods and emerging approaches. **Journal of Microbiological Methods**, 49, p. 31-54.

ROSS, C. et al. Análise microbiológica de pontas de cateteres venosos centrais provenientes de pacientes internados no Hospital Universitário da Universidade Estadual de Londrina. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 117-123, jul./dez. 2006

SANTOS, R. S.; MOHR, T. Saúde e qualidade da água: Análises Microbiológicas e Físico-Químicas em Águas Subterrâneas. **Revista Contexto & Saúde**. Saúde e Qualidade de Água. Ijuí. Editora UNIJUÍ, v. 13, n. 24/25, Jan./Jun. 2013 – Jul./Dez. 2013. P. 46-53.

SILVA, A. B. et al. Análise microbiológica da água de bebedouros de escolas públicas da cidade de Esperança/PB. **South American Journal**, SAJEETT, Rio Branco, UFAC v.6, n.1, p. 15-26, 2019 ISSN: 2446-4821.

STRAMEDICALSHOP. **Medidor de Condutividade microprocessado portátil – ALFAKIT**. 2020. Disponível em: <https://www.satramedicalshop.com.br/medidor-de-condutividade-microprocessado-portatil-at215-alfakit/>. Acesso em: 12 de jun. 2021.