



**INSTITUTO FEDERAL**

Sertão Pernambucano

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO  
PERNAMBUCANO  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS  
CURSO DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS**

**GEOVANA SILVA ALVES**

**AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS DE  
ÁGUA POTÁVEL DE HOSPITAIS DAS CIDADES DE CRATO E JUAZEIRO DO  
NORTE-CE**

**SALGUEIRO**

**2019**

GEOVANA SILVA ALVES

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS DE  
ÁGUA POTÁVEL DE HOSPITAIS DAS CIDADES DE CRATO E JUAZEIRO DO  
NORTE-CE

Trabalho de conclusão de curso apresentado a coordenação do curso de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, campus Salgueiro, como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Camilla Salviano Bezerra Aragão.

SALGUEIRO

2019

---

**FICHA CATALOGRÁFICA (OBRIGATÓRIO)**

Página reservada para ficha catalográfica que deve ser confeccionada após apresentação e alterações sugeridas pela banca examinadora.

Para solicitar a ficha catalográfica de seu trabalho entre em contato com a Biblioteca do Campus Salgueiro, antes de realizar o depósito da versão final do seu trabalho.

**Imprimir no verso da folha anterior.**

---

GEOVANA SILVA ALVES

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS DE  
ÁGUA POTÁVEL DE HOSPITAIS DAS CIDADES DE CRATO E JUAZEIRO DO  
NORTE-CE

Trabalho de conclusão de curso apresentado a coordenação do curso de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, campus Salgueiro, como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

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

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Camilla Salviano Bezerra Aragão - Orientadora  
IF Sertão PE – Campus Salgueiro

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Cícera Gomes Cavalcante de Lisboa  
Centro de Ensino Tecnológico - CENTEC

---

Me. Érika Samara Alves de Brito  
Laboratório Qualitec Análises Químicas e Microbiológicas LTDA

---

Prof. Dr. Joabis Nobre Martins  
IF Sertão PE – Campus Salgueiro

SALGUEIRO

2019

Dedicatória.

A Deus e meus pais, as duas fontes de onde  
obtenho toda minha força e determinação.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus que com sua infinita bondade me proporcionou inúmeras bênçãos, inclusive concluir esse curso, e que sempre me deu forças pra que eu nunca desistisse dos meus sonhos.

A Professora Camilla Salviano pela confiança depositada, paciência impecável e excelente orientação. Ao técnico do Laboratório do IF-Sertão Jânio Eduardo pelas valiosas ajudas durante todo período de graduação.

A supervisora de estágio Érika Samara pela oportunidade, e por todos os conhecimentos que essa experiência me proporcionou.

A todos os professores que durante a trajetória do curso transmitiram seus conhecimentos me proporcionando um grande aprendizado, todos contribuíram para que esse dia se tornasse possível, em especial a minha querida professora Lívia, pela confiança, amizade, conselhos, e todos os ensinamentos profissionais e pessoais.

Aos meus colegas de turma pelo companheirismo, aprendizados, por estarem presentes nos piores e melhores momentos, vocês foram essenciais para meu amadurecimento pessoal e profissional, em especial as minhas amigas Paula, Rosiclaúdia e Érica pela força, união e cumplicidade.

Aos meus pais por sempre fazerem o possível para me oferecer o suporte necessário durante os anos da graduação e por acreditarem na minha capacidade.

A minha prima, melhor amiga e irmã Ana Cleide por todo incentivo diário, confiança e pela força que me deu nos momentos que estava desestimulada e triste.

A meus amigos Edilanio Barboza, Eduardo Alves e Djalma Vitorino por todo apoio durante minha graduação, pelos ensinamentos, incentivos, e por acreditarem no meu potencial.

Aos professores participantes da banca examinadora Cícera, Érika e Joabis pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Minha eterna gratidão a todos que, direta ou indiretamente contribuíram para conclusão dessa etapa em minha vida.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais  
voltará ao seu tamanho original.”

-Albert Einstein

## RESUMO

A água desempenha um papel fundamental na saúde, economia e qualidade de vida da população, toda água fornecida para preparação de alimentos e consumo humano deve ser de boa qualidade devendo atender a alguns requisitos, de natureza físico-química e microbiológica. É fundamental a inspeção da qualidade da água no ambiente hospitalar necessitando cumprir com precisão os requisitos especificados na legislação vigente, afim de não prejudicar os indivíduos que se encontram com a saúde comprometida. O objetivo deste trabalho foi analisar as características físico-químicas e microbiológicas de água potável de dois hospitais da cidade de Crato e um hospital de Juazeiro do Norte-CE e posteriormente compará-los com os padrões de potabilidade preconizados pela Portaria nº 2.914/2011 em consonância com a Portaria de Consolidação nº 05/2017 do Ministério da Saúde. Foram coletadas três amostras de água potável dos hospitais, essas amostras foram submetidas a análises físico-químicas, a qual foi determinado alcalinidade total, cloro residual, dureza total, nitrogênio amoniacal total, nitrato, nitrito, pH, temperatura, e as microbiológicas quanto aos parâmetros de coliformes totais e *Escherichia coli*, realizadas no laboratório Qualitec Análises químicas e microbiológicas LTDA, na cidade de Juazeiro do Norte, todos os procedimentos das análises foram realizados seguindo os métodos “Standard Methods for the Examination of Water and wastewater”. De acordo com as análises realizadas, o grupo dos coliformes teve ausência em 100 mL de amostra, significando que não havia contaminação microbiológica no período analisado, porém os hospitais A e C apresentaram resultados para pH e cloro residual inferiores aos estabelecidos pela Portaria nº 2.914, tornando-as impróprias para consumo humano no período analisado, visto isto apenas o hospital B apresentou todos os parâmetros de acordo com o exigido pela Portaria acima citada, considerando portanto água potável adequada para consumo humano.

**Palavras-chave:** Água; Potabilidade; Hospitais; Análises físico-químicas; Análises microbiológicas.



## ABSTRACT

Water plays a fundamental role in the health, economy and quality of life of the population, all water provided for food preparation and human consumption must be of good quality and must meet some physical, chemical and microbiological requirements. It is essential to inspect the quality of water in the hospital environment and to comply with the requirements specified in the current legislation in order to avoid harming those who are compromised. The objective of this study was to analyze the physico-chemical and microbiological characteristics of drinking water from two hospitals in the city of Crato and a hospital in Juazeiro do Norte-CE and then compare them with the potability standards recommended by Administrative Rule no. 2,914 / 2011 in accordance with Ministry of Health Consolidation Ordinance No. 05/2017. Three samples of drinking water were collected from hospitals; these samples were submitted to physical-chemical analysis, which was determined total alkalinity, residual chlorine, total hardness, nitrite, pH, temperature, and microbiological parameters for total coliforms and *Escherichia coli*, carried out in the laboratory Qualitec Análisis química e microbiológicas LTDA, in the city of Juazeiro do Norte, all the procedures of the analyzes were carried out following the "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" methods. According to the analyzes, the coliform group was absent in 100 mL of sample, meaning that there was no microbiological contamination in the analyzed period, but hospitals A and C presented results for pH and residual chlorine lower than those established by Administrative Rule No. 2,914 , making them unfit for human consumption in the analyzed period, since only hospital B presented all the parameters as required by the aforementioned Ordinance, thus considering drinking water suitable for human consumption.

**Keywords:** Water; Potability; Hospitals; Physicochemical analysis; Microbiological analyzes.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Amostras de água potável.....	12
--	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Metodologia das análises físico-químicas das amostras de água potável de dois hospitais de Crato e um de Juazeiro do Norte, CE.....	13
Tabela 2 – Metodologia das análises de metais das amostras de água potável de dois hospitais de Crato e um de Juazeiro do Norte, CE.....	13
Tabela 3 – Análises físico-químicas das amostras de água potável de dois hospitais de Crato e um de Juazeiro do Norte, CE.....	14
Tabela 4 – Análises de metais das amostras de água potável de dois hospitais de Crato e um de Juazeiro do Norte, CE.....	18
Tabela 5 – Análises microbiológicas das amostras de água potável de dois hospitais de Crato e um de Juazeiro do Norte, CE.....	19

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional das Águas
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APHA	American Public Health Association
°C	Grau Celsius
CaCO <sub>3</sub>	Carbonato de Cálcio
CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
DTA'S	Doenças Transmitidas por Alimentos
EDTA	Ácido Etilenodiamino Tetra-Acético
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
Fc	Fator de Correção
MS	Ministério da Saúde
MG	Miligramas
N-NO <sub>3</sub>	Nitrato
N-NO <sub>2</sub>	Nitrito
%	Porcentagem
pH	Potencial Hidrogênionico
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
UFC	Unidade Formadoras de Colônias

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>2</b>
2.1	Objetivo geral.....	2
2.2	Objetivos específicos.....	2
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>3</b>
3.1	Água potável.....	3
3.2	Parâmetros de qualidade da água.....	4
3.2.1	Coliformes totais e <i>Escherichia coli</i> .....	5
3.2.2	Cloro residual livre.....	5
3.2.3	Alcalinidade total.....	6
3.2.4	pH e temperatura.....	6
3.2.5	Dureza total.....	7
3.2.6	Nitrogênio amoniacal total.....	7
3.2.7	Nitrato e nitrito.....	8
3.2.8	Ferro total.....	9
3.2.9	Alumínio.....	9
3.3	Água de abastecimento de Juazeiro do Norte - Ceará.....	9
3.4	Legislação para cozinhas de unidades hospitalares.....	10
3.5	Problemas relacionados à água de má qualidade.....	10
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>12</b>
4.1	Coleta de amostras.....	12
4.2	Caracterização físico-química.....	13
4.3	Análises de metais.....	13
4.4	Análises microbiológicas.....	14
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>15</b>
5.1	Análises físico-químicos.....	15
5.1.1	Alcalinidade total.....	15
5.1.2	Cloro residual livre.....	16
5.1.3	Dureza total.....	16
5.1.4	Nitrogênio amoniacal total.....	17
5.1.5	Nitrato e nitrito.....	17

5.1.6	pH e temperatura.....	18
5.2	Análises de metais.....	19
5.2.1	Alumínio e ferro total.....	19
5.3	Análises microbiológicas.....	20
6	<b>CONCLUSÕES</b> .....	22
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	23

## 1 INTRODUÇÃO

A água executa uma função essencial na saúde, economia e qualidade de vida da população, além do seu papel fundamental na natureza (SOUZA et al., 2014). Ela é indispensável no organismo humano, sendo um componente da constituição dos tecidos, o solvente que transporta as substâncias que são descartadas pelo organismo e corresponde aproximadamente 70% da massa corporal (ALVES, 2010). Assim, o acesso à água potável é necessidade básica e fundamental para a saúde e o bem-estar de todos dos seres humanos (BORDALO, 2007).

A Portaria n° 2.914/2011 em consonância com a Portaria de Consolidação n° 05/2017 do Ministério da Saúde traz como definição de água potável “aquela que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido na mesma e que não ofereça riscos à saúde” (BRASIL, 2017).

Segundo a Agência Nacional das Águas - ANA (2012) os possíveis motivos para a água com qualidade insatisfatória são basicamente, o crescimento populacional, com ausência de investimento em saneamento, e a contaminação por meio da indústria, agropecuária e mineração.

Uma das vias de infecção hospitalar são os alimentos contaminados, cuja causa primordial é a ausência do uso de métodos de segurança alimentar e de gestão da qualidade como as Boas Práticas de Fabricação e os Procedimentos Operacionais (NETO, 2006).

A potabilidade da água é influenciada diretamente pelos seus parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, devido a isso é necessário à realização de análises com intuito de verificar a conformidade desses parâmetros (BORDIN et al., 2015).

O Ministério da Saúde e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária- ANVISA determinam a verificação da água através de análises regulares, objetivando o controle de qualidade da mesma, que é utilizada nas múltiplas atividades dentro dos hospitais. A avaliação dos parâmetros da água hospitalar identifica a presença de substâncias que possam prejudicar a sua qualidade, como micro-organismos, metais, resíduos químicos, entre outros. Desta maneira é fundamental a inspeção da qualidade da água no ambiente hospitalar necessitando cumprir com precisão os requisitos especificados na legislação vigente (FUSATI, 2018).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

O objetivo geral deste trabalho foi analisar as características físico-químicas e microbiológicas de água potável de dois hospitais da cidade de Crato e um hospital de Juazeiro do Norte-CE, comparando-as e verificando se a água utilizada atende aos padrões de potabilidade preconizados pela Portaria n° 2.914/2011 em consonância com a Portaria de Consolidação n° 05/2017-MS.

### **2.2 Objetivos específicos**

Analisar as características microbiológicas de água potável de dois hospitais da cidade de Crato e um hospital de Juazeiro do Norte-CE.

Analisar as características físico-químicas e os metais de água potável de dois hospitais da cidade de Crato e um hospital de Juazeiro do Norte-CE.



### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Água potável

A qualidade de vida dos seres humanos provém do seu contato com os bens fundamentais a sua sobrevivência. No meio desses bens necessários para a manutenção da saúde e da vida, ressalta-se a água (BRASIL, 2005). Sendo indispensável à vida, a água compõe um dos bens mais valiosos da humanidade. É encontrada na Terra de diferentes formas, sendo elas líquida, sólida e gasosa, em oceanos, rios, lagos, calotas polares, subsolo, cume de algumas montanhas e na atmosfera (NETO, 2008).

O planeta terra possui aproximadamente 70 % da sua superfície composta por água, desse total disponível 97,5 % é água inadequada para consumo humano, e somente 2,5% corresponde à água doce, adequada para consumo (GIAMPÁ e GONÇALES, 2005).

A água é um dos bens naturais mais essenciais para o planeta e há pouco tempo era visto como um recurso infinito. O crescimento da população e todos os fatores ligados a este tem causado a degradação dos recursos hídricos em consequência de seus usos diversos, ressaltando entre eles o abastecimento público, pecuária, agricultura, indústria, geração de energia, saneamento básico, lazer e recreação (ZHANG et al., 2010; FAO, 2015).

A água produzida para consumo humano diferencia-se daquela encontrada *in natura*, pois o ser humano carece de água de qualidade para suprir suas necessidades básicas (CARDOSO et al., 2016). Desta forma, a água para ser classificada como potável necessita de tratamento apropriado de maneira que atenda a Portaria n° 2.914/2011 em consonância com a Portaria de Consolidação n° 05/2017-MS que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2017).

Uma grande preocupação para governantes e população em geral é água de qualidade insatisfatória (MORAIS et al., 2016). Quando a água não se encontra com uma boa qualidade microbiológica, pode provocar surtos e doenças transmitidas por alimentos (DTA'S), afetando a saúde dos que fazem uso dessa água (ALMEIDA et al., 2009).

A água potável pode passar por diversas alterações nos sistemas de distribuição, ocasionando diferença na qualidade da água que parte da estação de tratamento para a que chega às torneiras dos consumidores (FREITAS et al., 2001).

Assim, devido à presença de muitos contaminadores que podem ser prejudiciais à saúde, a água que encontramos na natureza é de maneira geral inadequada para consumo

humano (RICHTER, 2009). Em suma, para a verificação da idoneidade da qualidade da água, alguns parâmetros devem ser analisados e monitorados, a fim de ser certificada a potabilidade da água a ser consumida.

### 3.2 Parâmetros de qualidade da água

Na década de 70, criou-se a primeira referência normativa relacionada à qualidade da água para consumo humano, através do Decreto Federal nº 79.367, de 9 de março de 1977, que dispõe sobre normas e o padrão de potabilidade de água e dá outras providências. O decreto encarrega ao Ministério da Saúde a tarefa de criar normas e determinar o padrão de potabilidade de água a serem atendidos em todo o país (BRASIL, 2017).

Atualmente o padrão de potabilidade de água vigente no Brasil é estabelecido pela Portaria nº 2.914/2011 em consonância com a Portaria de Consolidação nº 05/2017-MS que dispõe sobre:

Os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Toda 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 (BRASIL, 2017. p. 432).

Segundo a Constituição Brasileira de 1988 é dever do poder público o abastecimento de água sem riscos para a saúde humana. Em vista disto, e de forma a aprimorar a qualidade da água fornecida para o consumo humano, muitos programas governamentais associados ao Ministério da Saúde, implantados por meio da Secretária de Vigilância em Saúde, colaboraram para reduzir seus danos à saúde da população nos últimos anos (BRASIL, 2009).

O correto monitoramento na rede de distribuição assegura que não ocorram modificações nos padrões de qualidade e potabilidade da água fornecida, pois com o tempo as tubulações tendem a passar por alterações, como: corrosão, incrustações e deposição de matérias orgânicas e de minerais insolúveis (BRASIL, 2006).

Para que a água se torne adequada para consumo humano o padrão de potabilidade da mesma é formada por um grupo de parâmetros (BRASIL, 2006). Os indicativos de qualidade da água são os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos que quando atingem resultados acima dos definidos para determinado uso são considerados impurezas (MOTA, 2003).

### 3.2.1 Coliformes totais e *Escherichia coli*

Segundo a Portaria nº 2.914/2011 em consonância com a Portaria de Consolidação nº 05/2017-MS a água potável deve apresentar ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* em 100 mL de amostra (BRASIL, 2017). Caso a água esteja contaminada pode provocar muitas doenças e problema de saúde pública, em vista disso é essencial a identificação de micro-organismos na água de abastecimento (CUNHA et al., 2012). Atualmente as maiores ameaças microbiológicas relacionadas com o consumo de água são de contaminantes naturais de fezes humanas ou animais (NOGUEIRA et al., 2009).

Coliformes são bactérias Gram-negativas, não produzem esporos, são anaeróbias facultativas e se mostram em forma de bastonetes. Os coliformes totais são representados por quatro gêneros: *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Escherichia*, todos da família Enterobacteriaceae (FRANCO e LANGRAF, 2008). Como sinal de contaminação fecal tem-se a *E. coli*, sendo uma enterobactéria que provoca diarreias e pode vir seguida de febre, vômito e dores abdominais. Seu aparecimento aponta que a água está em condições de higiene inadequadas (FORSYTHE, 2002).

A seleção desse grupo de bactérias como indicadoras de contaminação de água foi devido ao permanente aparecimento nas fezes de animais de sangue quente, abrangendo os seres humanos, por serem identificadas com facilidade e quantificadas por métodos acessíveis e econômicos, em todo tipo de água, e por deterem de um tempo de sobrevivência na água superior as bactérias patogênicas intestinais, visto que, tem baixas exigências nutricionais (FUNASA, 2013).

### 3.2.2 Cloro residual livre

O cloro é o sanitizante mais empregado em sistemas de abastecimento de água, devido sua acessibilidade, eficácia, facilidade de aplicação e baixo custo.

O uso do cloro como agente químico de desinfecção baseia-se em conservar a proteção residual satisfatória, mesmo em condições variáveis de armazenamento (SMITH e EL KOMOS, 2009). O cloro livre é uma substância reativa e devido a isso sua concentração na água tem uma redução no decorrer da rede de distribuição, podendo haver uma diferença de cloro desde a distribuição até as residências (SALGADO, 2008; FONSECA, 2014). Essa diminuição é devida à reação do cloro com substâncias orgânicas e inorgânicas existentes na água e nos materiais da rede de distribuição de água tratada (SANABRIA e JULIO, 2013).

A Portaria n° 2.914/2011 em consonância com a Portaria de Consolidação n° 05/2017-MS (BRASIL, 2017) estabelece que o valor de cloro residual livre presente na água potável seja entre 0,2 a 2,0 mg.L<sup>-1</sup>. Segundo Salgado (2008) e Pádua (2006) a concentração de cloro em níveis elevados pode causar sabor e aroma desagradáveis, assim como também riscos à saúde por meio da geração de subprodutos com potencial carcinogênico, por isso se faz necessário o controle desse composto químico nos níveis exigidos pela legislação vigente.

### 3.2.3 Alcalinidade total

A Portaria n° 2.914/2011 em consonância com a Portaria de Consolidação n° 05/2017-MS (BRASIL, 2017), não estabelece limites mínimos ou máximos para alcalinidade total em água potável. A alcalinidade é compreendida como a capacidade de neutralização de ácidos de uma água e, normalmente é um indicativo da capacidade tamponante da mesma. A alcalinidade e o pH estão ligados, águas com alto teor de alcalinidade tem também um pH elevado (ROSALINO, 2011). Alterações na alcalinidade dificultam o controle da qualidade da água, principalmente devido as variações do pH que provocam corrosões, incrustações e problemas ambientais (YAN et al., 2008).

### 3.2.4 pH e temperatura

O potencial hidrogeniônico (pH) representa a concentração de íons H<sup>+</sup> promovendo uma condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade na água. (SPERLING, 2005). O valor do pH influencia no compartilhamento das formas livre e ionizada de vários compostos químicos, colabora para um alto ou baixo nível de solubilidade das substâncias e determina o potencial de toxicidade de diversos elementos. As modificações de pH podem ter origem natural (dissolução de rochas, fotossíntese) ou antropogênica (despejos domésticos e industriais) (GASPAROTTO, 2011).

O pH é componente do padrão de potabilidade, devendo a água para abastecimento público apresentar valores entre 6,0 e 9,5, de acordo com a Portaria n° 2.914/2011 em consonância com a Portaria de Consolidação n° 05/2017-MS (BRASIL, 2017). No organismo a água é absorvida por meio do aparelho digestivo e evacuada pelos rins, de acordo com Matta (2010), a ingestão de água com características ácidas durante um período de tempo prolongado pode provocar inúmeros males, como gastrite, úlcera, câncer estomacal.

A temperatura é o grau da intensidade de calor que é explícito em determinada escala, uma das escalas mais empregadas é grau centígrado ou grau Celsius (°C) (PINTO, 2007). Ela exerce um efeito sobre as reações químicas e a atividade biológica na água, e a cada elevação de 10°C de temperatura é duplicada a aceleração dessas reações. (COLLISCHONN e DORNELLES, 2013).

### 3.2.5 Dureza total

A dureza total é a soma das concentrações de íons cálcio e magnésio na água, apresentados como carbonato de cálcio. Uma água com alta concentração de dureza pode possuir um sabor desagradável e causar efeitos laxativos (SANTOS e MOHR, 2013). Ela pode ter origem natural (dissolução de rochas calcárias, ricas em cálcio e magnésio) ou antropogênica (lançamento de efluentes industriais) (FUNASA, 2014).

Expressa em  $\text{mg.L}^{-1}$  de equivalente em carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), a dureza pode ser considerada mole ou branda se:  $< 50 \text{ mg.L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$ ; moderada: entre  $50 \text{ mg.L}^{-1}$  e  $150 \text{ mg.L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$ ; dura: entre  $150 \text{ mg.L}^{-1}$  e  $300 \text{ mg.L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$ ; e muito dura:  $>300 \text{ mg.L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$ . Resultados desta proporção geralmente não são obtidos em águas superficiais no Brasil, podendo ocorrer em concentração inferior em aquíferos subterrâneos (FUNASA, 2014).

A Portaria nº 2.914/2011 em consonância com a Portaria de Consolidação nº 05/2017-MS, recomenda que o valor para dureza total em água potável seja inferior a  $500 \text{ mg.L}^{-1}$  (BRASIL, 2017).

### 3.2.6 Nitrogênio amoniacal total

O nitrogênio mostra-se em múltiplas maneiras e estados de oxidação. No ambiente aquático pode ser descoberto como nitrogênio orgânico, nitrogênio amoniacal, nitrato e nitrito, que representa um aspecto significativo da qualidade da água por ser um indicativo de contaminação por ações dos seres humanos, contaminação do aquífero e de eventuais estados higiênico-sanitários falhos (ALABURDA e NISHIHARA, 1998).

A origem antropogênica é resultante dos resíduos domésticos, industriais, utilização de fertilizantes e dejetos de animais (SPERLING, 2005). A forma do nitrogênio encontrada no corpo d'água pode proporcionar referência sobre o período da poluição, se a mesma ocorreu há pouco tempo, o nitrogênio encontra-se, basicamente, sob a forma de nitrogênio orgânico

ou amônia e se a poluição ocorreu há muito tempo, principalmente sob a forma de nitrato. Nos esgotos domésticos brutos predominam as formas orgânicas e amônia (SPERLING, 2005).

A Portaria n° 2.914/2011 em consonância com a Portaria de Consolidação n° 05/2017-MS, estabelece o valor máximo de  $1,5 \text{ mg.L}^{-1}$  de nitrogênio amoniacal total em água potável (BRASIL, 2017).

### 3.2.7 Nitrato e nitrito

Braga et al. (2018, p. 19) descreve: “Os íons nitratos e nitritos são substâncias químicas derivadas do nitrogênio e são encontrados de forma natural na água e no solo em baixas concentrações”.

O receio devido à presença em águas decorre dos efeitos tóxicos aos seres humanos. A Portaria n° 2.914/2011 em consonância com a Portaria de Consolidação n° 05/2017-MS estabelece o valor máximo de  $10 \text{ mg.L}^{-1}$  de nitrato em água para consumo humano (BRASIL, 2017).

Níveis de nitrato superiores a  $10 \text{ mg.L}^{-1}$  podem causar a metahemoglobina infantil (doença do sangue azul) e a geração de nitrosaminas e nitrosamidas, que são carcinogênicas (CABRAL, 2010). A metahemoglobinemia ou descoloramento da pele é provocada pela modificação do sangue em crianças recém-nascidas e adultos com determinada deficiência enzimática (GADELHA, et al., 2005). Outro problema causado pelo excesso do íon nitrato em água potável é a sua associação com câncer de estômago, de mama e de bexiga (BAIRD e CANN, 2011).

Já o nitrito é um estado de oxidação intermediária de nitrogênio, e acontece tanto pela oxidação da amônia quanto, pela diminuição do nitrato, muito instável e depende da quantidade de oxigênio e da presença das bactérias associadas com os processos (GADELHA, et al., 2005).

A Portaria acima citada estabelece o limite máximo de  $1 \text{ mg.L}^{-1}$  de nitrito em água de consumo humano (BRASIL, 2017). Elevadas taxas de nitrito nas águas significa uma elevada atividade bacteriana e ausência de oxigênio, tendo potencial de ser identificado em águas de saídas de esgotos domésticos e apontando processos biológicos ativos influenciados por “poluição orgânica” (BAUMGARTEN; POZZA, 2001).

### 3.2.8 Ferro total

O ferro está presente, naturalmente, em diversos tipos de rochas e solos. É encontrado em estado de oxidação 2, como  $\text{Fe}^{2+}$  e no estado de oxidação 3, como  $\text{Fe}^{3+}$  (ONDIGO et al., 2013).

Destaca-se o  $\text{Fe}^{2+}$  que tem uma grande relevância nos estudos médicos e biológicos (LIEU et al., 2001), sendo absorvido pelos seres vivos basicamente de fontes alimentares e pela água.

Muitas vezes o ferro está associado ao manganês, deixando a água com um sabor amargo, adstringente, com cor amarela e turbida (MACÊDO, 2001).

O consumo exagerado de ferro pode provocar diversas doenças, como hemorragia, diarreia e problemas hepáticos (SIQUEIRA et al., 2011).

A Portaria n° 2.914/2011 em consonância com a Portaria de Consolidação n° 05/2017-MS estabelece o limite máximo de  $0,3 \text{ mg.L}^{-1}$  na água de consumo (BRASIL, 2019).

### 3.2.9 Alumínio

O alumínio é o metal de maior abundância da crosta terrestre, encontrando-se naturalmente no solo, água e ar, sendo redistribuído por meio de ações naturais ou humanas (MENDES e OLIVEIRA, 2004).

A Portaria acima citada define o limite máximo de  $0,2 \text{ mg.L}^{-1}$  para alumínio na água de consumo. Quanto à ingestão desse metal, o ser humano que possui sua saúde em bom estado terá essa substância descartada sem ocorrer transtornos, porém pessoas com insuficiência renal ou de grande exposição a este metal, o mesmo pode provocar dentre outras complicações, distúrbios orgânicos (MENDES e OLIVEIRA, 2004).

## 3.3 Água de abastecimento de Juazeiro do Norte- Ceará

O município de Juazeiro do Norte, Ceará, é abastecido por poços tubulares que captam água subterrânea de caráter particular ou pelos poços edificadas pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) e pela prefeitura da cidade (LOPES, 2002).

O fornecimento da água para a população é realizado pela CAGECE, visto que os poços edificadas pela prefeitura detém um caráter de distribuição reservado, isto é, poços

empregados em chafarizes ou em lavanderias públicas, que não são muito utilizados para consumo doméstico (LOPES, 2002).

O crescimento da população vem provocando diversas complicações referentes ao uso e ocupação do meio físico, sendo capaz de afetar a qualidade da água e a saúde dos moradores da localidade. Os principais meios de contaminação identificados na cidade são os lixões, cemitérios, drenagens superficiais (rios e riachos) receptoras de esgoto, lagoas de estabilização e falta de saneamento básico (LOPES, 2002).

### 3.4 Legislação para cozinhas de unidades hospitalares

Referindo-se a unidades de alimentação hospitalares a Vigilância Sanitária não possui regulamentação específica a estes estabelecimentos, por isso são utilizadas a RDC n° 216, de 15 de setembro de 2004 que dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação e a RDC n°275, de 21 de outubro de 2002 que dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos (GUEDES, 2009).

Mesmo não sendo específicas para cozinhas hospitalares, estes regulamentos auxiliam na correta aplicação das práticas e procedimentos realizados nestes estabelecimentos, sendo fundamentais para instruir estas unidades quanto ao controle e segurança dos alimentos (GUEDES, 2009).

Em um ambiente hospitalar a alimentação tem como intuito primordial recompor a saúde dos pacientes, distinto dos demais serviços de alimentação que atendem a um público saudável, a alimentação em unidades hospitalares são designadas a pessoas doentes, cujo sistema imunológico pode estar implicado e mais sujeito a infecções (SOUZA e CAMPOS, 2003). Por isso a preocupação com a água que será utilizada na preparação dos alimentos, devendo esta ser de boa qualidade para que não comprometa ainda mais a saúde dos pacientes.

### 3.5 Problemas relacionados à água de má qualidade

Água com ausência de processo de tratamento, e que é fornecida para consumo humano, é classificada como um dos principais transmissores de micro-organismos e parasitas causadores de doenças. Os patógenos mais comuns são *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Escherichia coli*, *Campylobacter*, entre outros (MOURA et al., 2009).



A contaminação da água acontece, principalmente, através do descarte indevido de dejetos de origem humana e animal (MACÊDO, 2004). Desde o século XVIII, com o aumento da preocupação com a multiplicação de doenças provocadas pelo consumo de água contaminada, os procedimentos de tratamento e desinfecção evoluíram desde métodos como a fervura, até novos processos de filtração e uso de radiação na eliminação dos patógenos (PÁDUA, 2009).

A água de consumo humano é um dos principais veículos de diarreias com infecção (AMARAL et al., 2003). O Centro de Prevenção e Controle de Doenças dos Estados Unidos revela que a estimativa mundial é de dois milhões de óbitos a cada ano resultantes de doenças de veiculação hídrica (TORTORA et al., 2012). De acordo com Carvalho (2007), a água tratada é a melhor solução para reduzir o número de mortes associadas ao consumo de água contaminada.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no Laboratório Qualitec Análises Químicas e Microbiológicas LTDA, localizado na cidade de Juazeiro do Norte-CE durante o período de estágio (25 de junho a 17 de agosto de 2018).

### 4.1 Coleta de amostras

Foram coletadas, em triplicata, amostras de água utilizada para o processamento de alimentos na cozinha de dois hospitais localizados na cidade de Crato e um hospital localizado em Juazeiro do Norte, Ceará. Antes de dar início às coletas das amostras de água, as torneiras das cozinhas foram higienizadas através do uso de solução de hipoclorito de sódio a 3% para remoção de possíveis micro-organismos presentes nesta superfície. Em seguida, acionou-se a torneira e deixou-se a água escoar por alguns minutos para depois realizar a coleta com o auxílio de coletores identificados contendo o nome da empresa, ponto coletado, nome do coletor, data e horário da coleta, como pode ser verificado na Figura 1.

**Figura 1.** Amostras de águas potáveis identificadas.



Fonte: Autoria Própria (2018).

Estas amostras foram armazenadas em caixas térmicas contendo gelo e conduzidas para o Laboratório Qualitec Análises Químicas e Microbiológicas LTDA para posterior realização das análises.

#### 4.2 Caracterização físico-química

As análises físico-químicas das amostras de água foram realizadas utilizando como padrão as normas da Portaria n° 2.914/2011 em consonância com a Portaria de Consolidação n° 05/2017-MS (BRASIL, 2017). Determinou-se alcalinidade total, cloro residual, dureza total, nitrogênio amoniacal total, nitrato, nitrito, pH e temperatura. Os procedimentos das análises foram realizados seguindo os métodos “Standard Methods for the Examination of Water and wastewater” (APHA, 2017) como pode ser verificado na Tabela 1. Os resultados foram expressos em mg.L<sup>-1</sup>.

Tabela 1. Metodologia das análises físico-químicas das amostras de água potável de dois hospitais de Crato e um de Juazeiro do Norte, CE.

<i>PARÂMETROS</i>	<i>UNIDADE</i>	<i>MÉTODOS</i>
<b>Alcalinidade total</b>		Fita teste
<b>Cloro residual</b>		Ortolidina
<b>Dureza total</b>		Titulométrico
<b>Nitrogênio amoniacal total</b>	mg.L <sup>-1</sup>	Reativo de Nessler
<b>Nitrato</b>		NTD
<b>Nitrito</b>		NTD
<b>pH</b>		Potenciômetro
<b>Temperatura</b>	°C	Termométrico

Fonte: Autoria Própria (2018).

#### 4.3 Análises de metais

As análises de metais das amostras de água foram realizadas utilizando como padrão as normas da Portaria n° 2.914/2011 em consonância com a Portaria de Consolidação n° 05/2017-MS (BRASIL, 2017). Determinou-se alumínio e ferro total.

Os procedimentos das análises foram realizados seguindo os métodos “Standard Methods for the Examination of Water and wastewater” (APHA, 2017) como pode ser verificado na Tabela 2. Os resultados foram expressos em mg.L<sup>-1</sup>.

Tabela 2. Metodologia das análises de metais das amostras de água potável de dois hospitais de Crato e um de Juazeiro do Norte, CE.

<i>PARÂMETROS</i>	<i>UNIDADE</i>	<i>MÉTODOS</i>
<b>Ferro total</b>	mg.L <sup>-1</sup>	Orto-fenantrolina
<b>Alumínio</b>		Eriocromo de cianina

Fonte: Autoria Própria (2018).

#### 4.4 Análises microbiológicas

As amostras de água foram submetidas a análises microbiológicas quanto aos parâmetros de coliformes totais e *Escherichia coli*, considerando os limites estabelecidos pela Portaria n° 2.914/2011 em consonância com a Portaria de Consolidação n° 05/2017-MS (BRASIL, 2017). Seguindo a metodologia “Standard Methods for the Examination of Water and wastewater” (APHA, 2017).

As análises foram realizadas utilizando o kit microbiológico da marca Colipaper. E os resultados foram expressos em UFC/100 mL.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Análises físico-químicas

Os resultados das análises físico-químicas das amostras de água potável de dois hospitais localizados na cidade de Crato e um hospital em Juazeiro do Norte, Ceará encontram-se dispostos na Tabela 3, bem como os padrões dispostos na legislação vigente (padrão).

**Tabela 3.** Análises físico-químicas das amostras de água potável de dois hospitais de Crato e um hospital de Juazeiro do Norte, CE.

<i>PARÂMETROS</i>	<i>UNIDADE</i>	<i>HOSPITAL A</i>	<i>HOSPITAL B</i>	<i>HOSPITAL C</i>	<i>PADRÃO*</i>
<b>Alcalinidade total</b>		20	33	40	-
<b>Cloro residual</b>		0	0,5	0	0,2 - 2,0
<b>Dureza total</b>		80,9	65,9	65,3	< 500
<b>Nitrogênio amoniacal total</b>	mg.L <sup>-1</sup>	0,2	0,2	0,05	< 1,5
<b>Nitrato</b>		1,5	0,5	1,2	< 10
<b>Nitrito</b>		0,01	0,1	0,26	< 1
<b>pH</b>		5,87	7,73	5,25	6 - 9,5
<b>Temperatura</b>	°C	25,9	27,5	25,7	-

Fonte: Autoria Própria (2018).

\*Padrão de acordo com as normas da Portaria n° 2.914/2011 em consonância com a Portaria de Consolidação n° 05/2017-MS (BRASIL, 2017).

#### 5.1.1 Alcalinidade total

Os resultados correspondentes a alcalinidade total variaram de 20 a 40 mg.L<sup>-1</sup>, contudo a Portaria n° 2.914/2011 em consonância com a Portaria de Consolidação n° 05/2017-MS (BRASIL, 2017) não estabelece limite mínimo e máximo para esse parâmetro. Apesar disto é importante quantificá-lo para uma avaliação físico-química completa, principalmente quando diz respeito à água tratada, uma vez que ela possui a presença de íons de hidróxido, carbonato e bicarbonato (APHA, 2017).

Em um estudo realizado por Mousinho et al. (2014) foram coletadas amostras de água de bebedouro e de torneira de uma creche em Teresina-PI, os resultados obtidos em ambas as amostras (30 mg.L<sup>-1</sup>) foram semelhantes ao observado para o hospital B (33 mg.L<sup>-1</sup>) do presente estudo.

### 5.1.2 Cloro residual

A Portaria n° 2.914/2011 em consonância com a Portaria de Consolidação n° 05/2017-MS (BRASIL, 2017) estabelece limite mínimo e máximo para cloro residual. As amostras de água dos hospitais A e C apresentaram um resultado ( $0 \text{ mg.L}^{-1}$ ) abaixo do permitido pela Portaria acima citada ( $0,2$  a  $2,0 \text{ mg.L}^{-1}$ ), tornando-as impróprias para o consumo humano. Assim, apenas a amostra de água do Hospital B atendeu à conformidade com  $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$  de cloro residual.

Vieira et al. (2004) relataram que alguns fatores reduzem o cloro livre que é aplicado na água, como tempo de reclusão em reservatórios, quantidade de pontos de divisão de redes e velocidade do escoamento.

Carvalho et al. (2017) realizaram um estudo em três pontos de abastecimento alternativo (cozinha residencial, cisterna e reservatório abastecido por caminhão pipa) no distrito de Jamaru em Missão Velha, Ceará, e observou-se a ausência de cloro, ( $0 \text{ mg.L}^{-1}$ ) assim como o determinado no presente estudo para os hospitais A e C.

Possivelmente a ausência de cloro na água dos hospitais A e C se devem ao fato de serem mais distantes da estação de abastecimento central quando comparado ao hospital B, ou seja, indicando que o teor de cloro pode ter sido alterado de acordo com a longitude entre a central de tratamento e abastecimento uma vez que o cloro é uma substância volátil. Esta hipótese foi observada no estudo realizado por Yasui (2015) com águas de residências do município de Pacaembu, São Paulo, onde foi possível verificar que, o teor de cloro residual sofreu uma redução em dois pontos que se encontravam mais distantes da estação de abastecimento central. Sendo que, nos Municípios de Crato e Juazeiro do Norte, Ceará é competência das empresas adicionarem cloro em suas unidades.

Araújo et al. (2011) analisaram a água coletada em uma torneira residencial na comunidade Sepé Tiarajú em Serra Azul, São Paulo, e verificaram a presença de ( $0,2 \text{ mg.L}^{-1}$ ) de cloro residual, concentração conforme a exigida pela Portaria acima citada, assim como a verificada no presente estudo para o Hospital B ( $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$ ).

### 5.1.3 Dureza total

Diante dos resultados observados na Tabela 3, o parâmetro dureza apresentou uma variação de  $65,3$  a  $80,9 \text{ mg.L}^{-1}$ , estando de acordo com a Portaria n° 2.914/2011 em consonância com a Portaria de Consolidação n° 05/2017-MS (BRASIL, 2017) que determina

o valor máximo permitido de  $500 \text{ mg.L}^{-1}$  para dureza, sendo ainda classificada com dureza moderada a qual apresenta valores de 50 a  $150 \text{ mg.L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$  (FUNASA, 2014). A utilização de águas com níveis de dureza elevados podem provocar incrustações nas tubulações e entupimentos, além de conferir um sabor desagradável à água (LIMA, 2008).

Mousinho et al. (2013) determinaram valores de dureza total ( 50 e  $40 \text{ mg.L}^{-1}$ ) para águas coletadas em bebedouro e torneira, respectivamente, de uma creche localizada em Teresina, Piauí, sendo próximos os valores do presente estudo.

Carvalho et al. (2017) em seus estudos avaliando a dureza total da água de uma cozinha residencial no distrito de Jamacaru em Missão Velha, Ceará, encontraram um valor de ( $48 \text{ mg.L}^{-1}$ ), resultado este que aproximou-se do deste trabalho.

#### 5.1.4 Nitrogênio amoniacal total

Os resultados para nitrogênio amoniacal total variaram de 0,05 a  $0,2 \text{ mg.L}^{-1}$ , estando de acordo com o exigido pela Portaria n° 2.914/2011 em consonância com a Portaria de Consolidação n° 05/2017-MS (BRASIL, 2017), a qual estabelece o valor máximo de  $1,5 \text{ mg.L}^{-1}$ .

Valores próximos ( $0,05$  a  $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$ ) foram observados por Silva et al. (2017), em uma análise da água utilizada na preparação de merendas de três escolas do município de Missão Velha, Ceará.

#### 5.1.5 Nitrato e nitrito

A concentração de nitrato variou de  $0,5$  a  $1,50 \text{ mg.L}^{-1}$  enquanto a concentração de nitrito resultou entre  $0,01$  e  $0,26 \text{ mg.L}^{-1}$ , estando de acordo com os padrões estabelecidos pela Portaria n° 2.914/2011 em consonância com a Portaria de Consolidação n° 05/2017-MS (BRASIL, 2017) que estabelece o valor máximo permitido para nitrato e nitrito de 10 e  $1 \text{ mg.L}^{-1}$ , respectivamente.

Segundo Gadelha *et. al.*, (2005) o nitrito é um parâmetro simples, mas essencial na investigação da qualidade da água para consumo humano, sendo que sua presença é uma indicação de contaminação recente, proveniente de material orgânico vegetal ou animal. Dificilmente o nitrito é detectado em águas potáveis em níveis superiores a  $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$ . Nagashima et al. (2010) encontraram ( $0,007$ ;  $0,034$  e  $0,045 \text{ mg.L}^{-1}$ ) de nitrito em águas de

poços de Maringá, Paranavaí e Santa Fé respectivamente, valores inferiores os do presente estudo e também de acordo com a Portaria de Consolidação N° 5 de 2017.

No estudo de (Silva et al., 2017) os resultados para nitrato variaram de (1 a 2,50 mg.L<sup>-1</sup>), já para nitrito observou-se (0 a 0,03 mg.L<sup>-1</sup>), estando dentro dos padrões estabelecidos pela legislação e com valores semelhantes ao deste estudo.

Ao contrário destes resultados, Neres e Bernardo (2010) observaram uma concentração de nitrato (17,19 mg.L<sup>-1</sup>) em água consumida pelos habitantes do município de Parnamirim, Rio Grande do Norte, sendo esse valor superior ao permitido pela Portaria n° 2.914/2011.

#### 5.1.6 pH e temperatura

Dentre os valores de pH para a água dos hospitais A, B e C (5,87; 7,73 e 5,25, respectivamente), apenas a água do hospital B enquadrou-se no exigido pelo padrão de potabilidade de água (6 à 9,5) de acordo com a Portaria n° 2.914/2011 em consonância com a Portaria de Consolidação n° 05/2017-MS (BRASIL, 2017).

Com relação à temperatura, observou-se os valores de 25,7 a 27,5 °C dentre as amostras de água, não apresentando valor máximo permitido pela Portaria acima citada.

É de fundamental importância o controle do pH, Damasceno (2015, p. 53) afirma: “ Para águas de abastecimento, baixos valores de pH podem contribuir para os processos de corrosão das tubulações, enquanto que valores elevados aumentam a possibilidade de incrustações das mesmas ”.

Nóbrega et al. (2015) obtiveram valores de pH variando de (6,4 a 7,9) em água de abastecimento de São Domingos, Paraíba, valores estes semelhantes ao do Hospital B e dentro do exigido pela Portaria n° 2.914/2011.

Segundo Morais et al. (2013), avaliando a qualidade da água de consumo humano em uma residência no bairro Brasil novo-Macapá, Amapá, valor abaixo do estipulado pela legislação (4,69) foi observado, assim como os resultados para os hospitais A e C do presente estudo.

Quanto à temperatura dessas amostras de água a variação é aceitável, visto que pode ser influenciada pelo ponto de coleta e tempo de armazenamento em determinados ambientes aos quais as amostras estavam submetidas anteriormente as análises.

Araújo et al. (2011) observaram que a temperatura das amostras de água para consumo humano variaram de (19,2 a 30,1 °C), sendo próximos os valores do presente estudo. Torres



(2006) em amostras de água de bebedouros da faculdade de Teresina, Piauí obteve resultados de (10°C a 17°C), apresentando-se inferiores a este trabalho.

## 5.2 Análises de metais

Os resultados das análises de metais das amostras de água potável de dois hospitais localizados na cidade de Crato e um em Juazeiro do Norte, Ceará encontram-se dispostos na Tabela 4, bem como os padrões dispostos na legislação vigente (padrão).

**Tabela 4.** Análises de metais das amostras de água potável de dois hospitais de Crato e um hospital de Juazeiro do Norte, CE.

<i>PARÂMETROS</i>	<i>UNIDADE</i>	<i>HOSPITAL A</i>	<i>HOSPITAL B</i>	<i>HOSPITAL C</i>	<i>PADRÃO*</i>
<b>Alumínio</b>	mg.L <sup>-1</sup>	0	0	0	< 0,2
<b>Ferro total</b>		0,03	0,1	0,01	< 0,3

Fonte: Aatoria Própria (2018).

\*Padrão de acordo com as normas da Portaria n° 2.914/2011 em consonância com a Portaria de Consolidação n° 05/2017-MS (BRASIL, 2017).

### 5.2.1 Alumínio e Ferro total

A Portaria n° 2.914/2011 em consonância com a Portaria de Consolidação n° 05/2017-MS (BRASIL, 2017) estabelece o limite máximo até 0,2 mg.L<sup>-1</sup> para alumínio. Desta forma, de acordo com a Tabela 2, pode-se observar que os resultados obtidos no presente estudo (0 mg.L<sup>-1</sup>) enquadram-se dentro deste padrão.

Com relação ao parâmetro ferro total, obteve-se valores entre 0,03 e 0,1, abaixo do máximo estabelecido (0,3 mg.L<sup>-1</sup>) pela Portaria acima.

Carvalho et al. (2017) encontraram valor igual de alumínio que foi de (0 mg.L<sup>-1</sup>) e quanto ao ferro o resultado também foi (0 mg.L<sup>-1</sup>) em amostra de água de uma cozinha residencial do distrito de Jamacaru em Missão Velha, Ceará sendo que o resultado para o parâmetro ferro encontra-se inferior ao deste estudo. Silva et al. (2017) avaliando a água utilizada na preparação de merendas escolares também obtiveram resultados iguais a (0 mg.L<sup>-1</sup>) para estes dois parâmetros.

Morais et al. (2013) encontrou (0,230 mg.L<sup>-1</sup>) de alumínio em água de consumo de uma residência em Macapá, resultado acima do limite permitido por a Portaria de Consolidação N° 5 de 2017, para o ferro obtiveram um valor de (0,06 mg.L<sup>-1</sup>) encontrando-se semelhante ao deste trabalho e dentro do limite da portaria acima citada. Concentrações

significativas de alumínio requerem uma atenção maior, visto que esse parâmetro é um componente neurotóxico, e também indutor ou provocador de distúrbios neurológicos (CUNHA et al., 2012).

### 5.3 Análises microbiológicas

Na Tabela 5 são apresentados os resultados quanto à presença ou ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* em 100 mL de água potável de dois hospitais da cidade de Crato e um hospital de Juazeiro do Norte, Ceará.

**Tabela 5.** Análises de metais das amostras de água potável de dois hospitais de Crato e um hospital de Juazeiro do Norte, CE.

<i>PARÂMETROS</i>	<i>UNIDADE</i>	<i>HOSPITAL A</i>	<i>HOSPITAL B</i>	<i>HOSPITAL C</i>	<i>PADRÃO*</i>
<b>Coliformes Totais</b>	UFC/100 mL	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente em 100 mL
<b>Escherichia coli</b>		Ausente	Ausente	Ausente	Ausente em 100 mL

Fonte: Autoria Própria (2018).

\*Padrão de acordo com as normas da Portaria n° 2.914/2011 em consonância com a Portaria de Consolidação n° 05/2017-MS (BRASIL, 2017).

Dentre as amostras analisadas todas apresentaram ausência para Coliformes totais e *Escherichia coli*, estando estas em conformidade com a legislação vigente conforme a Portaria n° 2.914/2011 em consonância com a Portaria de Consolidação n° 05/2017-MS (BRASIL, 2017), a qual estabelece que para ser considerada água potável a mesma deverá apresentar ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* em 100 mL de amostra (BRASIL, 2017). Mello e Resende (2015) analisaram água de bebedouros da Universidade Católica e também encontraram ausência de coliformes totais e *E. coli*.

Silva et al. (2017), avaliando a água utilizada na preparação de merendas de escolas do município de Missão Velha, Ceará, em todos os pontos examinados obtiveram também ausência de coliformes totais e *E. coli*.

Ao contrário do que foi observado nestes estudos, Alves et al. (2002) identificaram que 5,5 % das amostras de água do abastecimento público da cidade de Marília, São Paulo encontravam-se contaminadas por coliformes totais. Silva et al. (2013) detectaram a presença de coliformes totais em seis amostras de água das principais Unidades de Alimentação em Caruaru, Pernambuco, e *E. coli* em três amostras. Em água do abastecimento alternativo no distrito de Jamacaru em Missão Velha, Ceará, Carvalho et al. (2017) encontraram grandes

concentrações de coliformes totais e *E. coli*. Todos esses estudos estando em desacordo com a Portaria acima citada.

## 6 CONCLUSÕES

Diante de todos os resultados obtidos, pode-se concluir que o grupo dos coliformes não foi detectado em nenhuma das amostras analisadas significando ausência de contaminação microbiológica no período de realização da coleta.

Os valores para pH e cloro das amostras de água dos hospitais A e C classificaram-se como não conforme com a Portaria nº 2.914/2011 em consonância com a Portaria de Consolidação nº 05/2017-MS tornando-as impróprias para consumo humano no período analisado, contudo é necessário outras coletas em diferentes pontos e horários para se definir completamente sua potabilidade.

O Hospital B foi o que apresentou todos os parâmetros de acordo com o exigido pela portaria acima citada no período analisado, considerando, portanto água potável adequada para consumo humano.

## REFERÊNCIAS

- ALABURDA, J; NISHIHARA, L. The occurrence of nitrogen compounds in well water. **Revista de Saúde Pública**, v. 32, n.2, p. 160-165, 1998.
- ALMEIDA, V F. S; OLIVEIRA, S. R; JÁCOME, P. R. L. A; JÁCOME-JÚNIOR, A. T. Assessment of physical-chemical characteristics and hygienic and sanitary conditions indicators in water supplied at public primary schools. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 68, n. 3, p. 334-340, 2009.
- ALVES, Célia. **Tratamento de águas de abastecimento**. 3ª ed. Porto: Publindústria, 2010.
- ALVES, N. C.; ODORIZZI, A. C.; GOULART, F.C. Análise microbiológica de águas minerais e de água potável de abastecimento, Marília, SP. **Revista de Saúde Pública**, v. 36, n.6, p. 749-751, 2002.
- AMARAL, L. A.; FILHO, A. N.; JUNIOR, O. D. R.; FERREIRA, F. L. A.; BARROS, L. S. S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, v. 37, n. 4, p. 510-514, 2003.
- ANA - AGENCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Panorama de qualidade das águas superficiais do Brasil : 2012**. Ministério do meio ambiente. Brasília, DF, 2012.
- APHA - American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22th ed. Washington: American Public Health Association 2017.
- ARAÚJO, G. F. R.; ALVES, R. I. S.; TONANI, K. A. A.; RAGAZZI, M. F.; JULIÃO, F. C.; SAMPAIO, C. F.; CARDOSO, O. O.; SEGURA-MUÑOZ, S. I. Qualidade físico-química e microbiológica da água para o consumo humano e a relação com a saúde: estudo em uma comunidade rural no estado de São Paulo. **O Mundo da Saúde**, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 98-104, 2011.
- BAIRD, C.; CANN, M. **Química Ambiental**. 4ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- BAUMGARTEN, M. G. Z.; POZZA, S. A. **Qualidade de águas**: descrição de parâmetros físico-químicos referidos na legislação ambiental. Rio Grande: FURG, 2001.
- BORDALO, A. A.; BORDALO, J. S. The quest for safe drinking water: an example from Guinea-Bissau (West Africa). **Water Research**. v. 41, n. 13, p. 2978-2986, 2007.
- BORDIN, T. F.; MACIEL, A. V.; FILHO, H. J. I.; VASCONCELLOS, N. J. S.; SALAZAR, R. F. S. Controle de qualidade das águas do arroio Taquara I (Santa Maria - RS) para abastecimento. **Revista Higiene Alimentar**, v. 29, p. 5160- 5164. 2015.
- BRAGA, E. S.; FREITAS, C. B. F. B.; MENDES, L. S. A. S. Avaliação da qualidade de águas subterrâneas localizadas no litoral, serra e sertão do Estado do Ceará destinadas ao consumo humano. **Águas Subterrâneas**, v. 32, n. 1, p. 17-24, 2018.

BRASIL. Consumo Sustentável. **Manual de Educação**. Ministério da Educação. Brasília, 2005.

BRASIL. **Indicadores institucionais do Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para consumo humano – 2016**. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Brasília, DF. 2017.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. Fundação Nacional de Saúde. 4 ed. Brasília : Funasa, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 28 de setembro de 2017, Seção 2.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº2.914 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 da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 12 de dezembro de 2011, Seção 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução-RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Brasília, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução-RDC nº275, de 21 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Brasília, 2002.

BRASIL. **Programa nacional de desenvolvimento de recursos hídricos**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, Ministério do Meio Ambiente, Agência Nacional de Águas. Manual Operativo. 2009.

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://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia\\_controle\\_qualidade\\_agua.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf). Acesso em: 09 de janeiro de 2019.

CABRAL, J. P. S. Water microbiology. Bacterial pathogens and water. **International journal of environmental research and public health**, v. 7, n. 10, p. 3657-3703, 2010.

CARDOSO, C.; BRITO, F. S. L.; GOMES, A. P.; NORAT, M. V. C. Avaliação da qualidade da água para consumo humano no sistema de abastecimento público do município de Belém-PA. *In*: CONGRESSO AMAZÔNICO DE MEIO AMBIENTE E ENERGIAS RENOVÁVEIS, 2, 2016, Amazonas. **Anais [...]**. Amazonas: UFRA, 2016.

CARVALHO, A. P. M.; SILVA, J. N.; SANTOS, V. S.; FERRAZ, R. R. Avaliação dos parâmetros de qualidade da água de abastecimento alternativo no distrito de Jamacaru em Missão Velha-CE. **Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística Edição Temática em Sustentabilidade**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 35-51, 2017.

CARVALHO, J. P. **Uso da fita teste H<sub>2</sub>S para análise Bacteriológica da água consumida pela população do Bairro Ronaldo Aragão, Zona leste de Porto Velho – RO**. 2007. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências biológicas) – Faculdade São Lucas, Porto Velho-RO, 2007.

COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. **Hidrologia para engenharia e ciências ambientais**. 2ª ed. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), 2013.

CUNHA, H. F. A.; LIMA, D. C. I.; BRITO, P. N. F.; CUNHA, A. C.; JUNIOR, A. M. S.; BRITO, D. C. Qualidade físico-química e microbiológica de água mineral e padrões da legislação. **Revista Ambiente e Agua**, v. 7, n. 3, p. 155-165, 2012.

DAMASCENO, D. **Controle de qualidade de águas potáveis utilizando análise multivariada de imagens**. 2015. Tese (Doutorado em química) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

FAO- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The outlook for 2050 is encouraging, globally, but much work is needed to achieve sustainable water use and ensure food security for all**. Rome, 2015. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i4560e.pdf>. Acesso em: 15 de janeiro de 2019.

FONSECA, D. L. **Modelagem hidráulica e de cloro residual em redes de distribuição de água: uma discussão sobre a implementação de modelos detalhados**. 2014. Trabalho de conclusão de curso. (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Rio de Janeiro/Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2014.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da Segurança Alimentar**. [s. ed.]. Traduzido por: Maria Caroline Minardi Guimarães e Cristina Leonhardt. Porto Alegre: Artmed, 2002.

FRANCO, B. D. G. M.; LANGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. [s. ed.]. São Paulo: Atheneu, 2008.

FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Cadernos Saúde Pública**, v. 17, p.651-660, 2001.

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Controle da qualidade da água para Técnicos que trabalham em ETAS**. Ministério da Saúde. Brasília, DF, 2014. Disponível em: [http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files\\_mf/manualcont\\_quali\\_agua\\_tecnicos\\_trab\\_emetas.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manualcont_quali_agua_tecnicos_trab_emetas.pdf). Acesso em: 10 de jan. de 2019

FUSATI Consultoria em Tratamento de Água e Efluente. **O tratamento da água no ambiente hospitalar**, 2018. Disponível em: <https://fusati.com.br/o-tratamento-da-agua-no-ambiente-hospitalar/>. Acesso em: 20 de janeiro de 2019.

GADELHA, F. J. S.; DOMINGOS, M. S. C.; NOGUEIRA, M. F. L.; SILVA, M. L. L.; MACEDO, R. E. F.; SOUZA, G. C.; NESS, R. L. L. Verificação da presença de nitrito em águas de consumo humano da comunidade de várzea do Cobra em Limoeiro do Norte-CE. *In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC*, 57, 2005, Fortaleza. **Anais** [...]. Fortaleza: FAFIDAM, 2005.

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.

GIAMPÁ, C. E. Q.; GONÇALES, V. G. **Orientação para utilização de águas subterrâneas no estado de São Paulo**. São Paulo, 2005. Disponível em: <http://www.abas.org/arquivos/aguasf.pdf>. Acesso em: 10 de janeiro de 2019.

GUEDES, T. S. **Avaliação das Condições Higiênico- Sanitárias de Cozinhas Hospitalares da Asa Sul no Distrito Federal**. 2009. Especialização (Especialização em Qualidade em Alimentos) - Universidade de Brasília, Centro de Excelência em Turismo, Brasília-DF, 2009.

LIEU, P. T.; HEISKALA, M.; PETERSON, P. A.; YANG, Y. The roles of iron in health and disease. **Molecular Aspects of Medicine**, v. 22, n. 1-2, p. 1-87, 2001.

LIMA, W. S. **Qualidade da água em Ribeirópolis-SE: o açude do cajueiro e a barragem do João Ferreira**. 2008. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2008.

LOPES, C. R. M.; CAVALCANTE, I. N.; DIAS, F. W. C.; VERÍSSIMO, L. S. As águas subterrâneas para o abastecimento público de Juazeiro do Norte, região do cariri, Ceará – Brasil. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS*, 12, 2002, Fortaleza. **Anais** [...]. Fortaleza: UFC, 2002.

MACÊDO, J. A. B. **Águas e águas**. 2ª ed. Belo Horizonte: Ed. Conselho Regional de Química, 2004.

MACÊDO, J. A. B. **Águas e Águas**. 1ª ed. São Paulo: Livraria Varela, 2001.

MATTA, M. Que tipo de água está na sua mesa? O perigo da água ácida. **Beira do Rio**, Jornal da Universidade Federal do Pará, 2010. Disponível em: <http://jornalbeiradorio.ufpa.br/novo/index.php/2010/114-edicao-84--junho-e-julho/1052-que-tipo-de-agua-esta-na-sua-mesa>. Acesso em: 15 de janeiro de 2019.

MELLO, C. N.; RESENDE, J. C. P. Análise microbiológica da água dos bebedouros da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais *campus* Betim. **Sinapse Multiplica**, v. 4, n. 1, p. 16-28, 2015.

MENDES, B.; OLIVEIRA, J. F. S. **Qualidade da água para consumo humano**. 4ª ed. Portugal: LIDEL - Edições Técnicas, Lda, 2004.

MORAIS, W. A.; SALEH, B. B.; ALVES, W. S.; AQUINO, D. S. Qualidade sanitária da água distribuída para abastecimento público em Rio Verde, Goiás, Brasil. **Cadernos Saúde Coletiva**, v.24, n.3, p.361- 367, 2016.



MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. 3ª ed. Rio de Janeiro: ABES, 2003.

MOURA, A. C.; ASSUMPÇÃO, R. A. B.; BISCHOFF, J. Monitoramento físico-químico e microbiológico da água do rio cascavel durante o período de 2003 a 2006. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 76, n. 1, p. 17-22, 2009.

MORAIS, D. R.; SANTOS, P. M.; CUNHA, H. F. A.; CUNHA, A. C. Análise da qualidade da água de consumo humano em residência no bairro Brasil novo – Macapá/AP. *In*: ENCONTRO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS NO AMAPÁ ÁREAS PROTEGIDAS DO AMAPÁ: OS DESAFIOS DA GESTÃO E O USO SOCIAL SUSTENTÁVEL, 2, 2013, Macapá. **Anais [...]**. Macapá: Universidade Federal do Amapá, 2013.

MOUSINHO, D. D.; GONÇALVES, L. S.; SARAIVA, A. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica da água de bebedouros de uma creche em Teresina-PI. **Revista Interdisciplinar**, v. 7, n. 1, p. 93-100, 2014.

NAGASHIMA, L. A.; COSTA, D. M.; COSTA, J. L. F.; VIEIRA, T. S.; REZENDE, D. Avaliação da qualidade da água de poços cacimba em solos derivados do arenito e do basalto. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE RESPONSABILIDADE E SUSTENTABILIDADE SOCIOAMBIENTAL, 2010, Foz do Iguaçu. **Anais [...]**. Foz do Iguaçu: CIRSS, 2010.

NERES, R.; BERNARDO, L. Avaliação físico-química básica da água consumida pela população urbana do município de Parnamirim/RN. **Holos**, v. 5, n. 1, p.145-153, 2010.

NETO, L. C. **Gestão das águas no século XXI: Uma questão de sobrevivência**. 2008. Disponível em: [http://www.cenedcursos.com.br/meio-ambiente/wp-content/uploads/2008/08/gestao\\_aguas.pdf](http://www.cenedcursos.com.br/meio-ambiente/wp-content/uploads/2008/08/gestao_aguas.pdf). Acesso em: 15 de janeiro de 2019.

NETO, M. Silva. **Diagnóstico situacional da utilização das ferramentas de segurança na produção de alimentos nas cozinhas das unidades de alimentação e nutrição dos hospitais de Brasília-DF**. 2006. Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana) - Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2006.

NOBREGA, M. D. A. C.; SILVA, N. Q.; FÉLIX, T. S.; NÓBREGA, J. Y. L.; SILVA, G. A.; SOARES, C. M.; COELHO, D. C. Análise físico-química e bacteriológica da água de abastecimento da cidade de São Domingos-PB. **Informativo Técnico do Semiárido - INTESA**, v.9, n. 1, p. 10-14, 2015.

NOGUEIRA, A. J.; CARDOSO, M.; DELGADILLO, I.; ALMEIDA, A. Qualidade microbiológica e química das águas de consumo humano do distrito de Bragança. **Revista Portuguesa de Saúde Pública**, v.27, n. 1, p.95-116, 2009.

ONDIGO, D. A.; TSHENTU, Z. R.; TORTO, N. Electrospun nanofiber based colorimetric probe for rapid detection of Fe<sup>2+</sup> in water. **Analytica Chimica Acta**, v. 804, p. 228–234, 2013.

PÁDUA, L. H. V. L. **Remoção de microrganismos emergentes e microcontaminantes orgânicos no tratamento de água para consumo humano**. 1ª ed. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

PÁDUA, L. H. V. L. **Abastecimento de água para consumo humano**. [s.ed]. Belo Horizonte: UFMG, 2006.

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: 10 de janeiro de 2019.

RICHTER, C. A. **Água: métodos e tecnologia de tratamento**. 1ª ed. São Paulo: Editora Blucher, 2009.

ROSALINO, M. R. R. **Potenciais Efeitos da Presença de Alumínio na Água de Consumo Humano**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente, Perfil Sanitária) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2011.

SALGADO, S. R. T. **Estudo dos Parâmetros de Decaimento do Cloro Residual em Sistema de Distribuição de Água Tratada Considerando Vazamento**. 2008. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2008.

SANABRIA, J. M.; JULIO, M. Decaimento do cloro residual em águas de abastecimento do município de Campo Grande/MS. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 5, n. 4, p. 92-104, 2013.

SANTOS, R. S.; MOHR, T. Saúde e qualidade da água: Análises microbiológicas e físico-químicas em águas subterrâneas. **Revista Contexto e Saúde**, v. 13, n. 24-25, p. 46-53, 2013.

SILVA, A. K. S.; LISBÔA, C. G. C.; OLIVEIRA, A. P. Avaliação físico-química e microbiológica da água utilizada na preparação de merendas escolares de três escolas do município de Missão Velha-CE. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRARIAS, 2, 2017, Natal. **Anais [...]**. Natal: COINTER, 2017.

SILVA, A. N.; CORREIA, L. M. N.; LUNA, J. S.; CANTALICE, J. C. Qualidade microbiológica da água utilizada em unidades de alimentação do município de Caruaru, PE. **VEREDAS FAVIP- Revista Eletrônica de Ciências**, v. 6, n. 2, p. 73-82, 2013.

SIQUEIRA, L. F. S.; ROJAS, M. O. A. I.; NETO, J. J. G. C. Determinação espectrométrica de Ferro (II) pelo sistema Fe (II)/ KSCN em água do mar da Praia do Calhau, São Luís, Maranhão (Brasil). **Revista ACTA Tecnológica**, v. 6, n. 1, p. 27– 34, 2011.

SMITH E.; EL KOMOS, S. Tap water quality and performance of point-of-use treatment devices in Cairo, Egypt. **Water and Environment Journal**, v. 23, n. 2, p.119-127, 2009.

SOUZA, J. R.; MORAES, M. E. B.; SONODA, S. L.; SANTOS, H. C. R. Importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. **REDE-Revista Eletrônica do Prodema**, v. 8, n. 1, p. 26-45, 2014.

SOUZA, C. L.; CAMPOS, G. D. Condições higiênico-sanitárias de uma dieta hospitalar. **Revista de Nutrição**. Campinas, v. 16, n. 1, p. 127-134, 2003.

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

TORRES, C. G. A.; COÊLHO, A. Q.; FILHO, E. F. C.; SETUBAL, R. S.; OLIVEIRA, F. C. **Análise dos parâmetros físico-químicos de amostras de água de bebedouro de uma faculdade de ensino da cidade de Teresina-PI**. 2006. (Graduação em Biomedicina) - Faculdade de Saúde do Piauí, Piauí, 2006.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 10ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

VIEIRA, P.; COELHO, S. T.; LOUREIRO, D. Accounting for the influence of initial chlorine concentration, TOC, iron and temperature when modeling chlorine decay in water supply. **Journal of Water Supply: Research and Technology-AQUA**, v. 53, n. 7, p. 453-4677, 2004.

YAN, M.; WANG, D.; QU, J.; NI, J.; CHOW, CW. Enhanced coagulation for high alkalinity and micro-polluted water: The third way through coagulant optimization. **Water Research**, v. 42, n. 8-9, p. 2278–2286, 2008.

YASUI, J. C. **Análise físico-química e microbiológica de água em residências localizadas no município de Pacaembu/SP**. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015.

ZHANG, Z.; TAO, F.; DU, J.; SHI, P.; YU, D.; MENG, Y.; SUN, Y. Surface water quality and its control in a river with intensive human impacts--a case study of the Xiangjiang River, China. **Journal of Environmental Management**, v. 91, n. 12, p. 2483–2490, 2010.