



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO CAMPUS CARAÚBAS
CURSO BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

FERNANDA YAMAGUCHE SILVA CARNEIRO

**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA QUALIDADE DA
ÁGUA DOS BEBEDOUROS DA UFERSA – CAMPUS CARAÚBAS**

CARAÚBAS

2019

FERNANDA YAMAGUCHE SILVA CARNEIRO

**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA QUALIDADE DA
ÁGUA DOS BEBEDOUROS DA UFERSA – CAMPUS CARAÚBAS**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Universidade Federal Rural
do Semi-Árido como requisito para
obtenção do título de Bacharel em Ciência
e Tecnologia.

Orientador: Ana Cláudia Araújo
Fernandes, Prof. Me.

CARAÚBAS

2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei n° 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei n° 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

C288a Carneiro, Fernanda Yamaguche Silva.
Avaliação das características físico-químicas da
qualidade da água dos bebedouros da UFRSA -
Campus Caraúbas / Fernanda Yamaguche Silva
Carneiro. - 2019.
47 f. : il.

Orientadora: Ana Cláudia Araújo Fernandes.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2019.

1. Análises de água. 2. Bebedouro. 3.
Potabilidade. 4. Qualidade da água. I. Fernandes,
Ana Cláudia Araújo, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFRSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da Instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

FERNANDA YAMAGUCHE SILVA CARNEIRO

**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA QUALIDADE DA
ÁGUA DOS BEBEDOUROS DA UFERSA – CAMPUS CARAÚBAS**

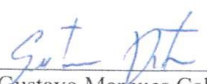
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Bacharelado em Ciência e
Tecnologia da Universidade Federal Rural do
Semi-Árido – UFERSA, como requisito
parcial para obtenção do título de Bacharel em
Ciência e Tecnologia.

Orientador (a): Ma. Ana Cláudia de Araújo
Fernandes

APROVADO EM: 21/03/2019

BANCA EXAMINADORA


Prof.^a Ma. Ana Cláudia Araújo Fernandes
Presidente


Prof. Me. Gustavo Marques Calazans Duarte
Primeiro Membro


Eng.^a Civil Julyenne Kerolainy Leite Lima
Segundo Membro

CARAÚBAS - RN
2019

Dedicado à minha mãe, Liliam da Silva.

Com todo meu amor.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por iluminar todo o meu caminho, pois sem Ele nada seria possível.

À minha mãe, Liliam da Silva. Eu nunca conseguirei expressar em palavras o quanto eu sou grata pelo seu amor incondicional, sua confiança, paciência e incentivo.

Ao meu pai, Charles Edson. Por todas as contribuições que me fez ao longo dessa trajetória, pela motivação e pelo apoio.

À minha irmã Mayara Yamaguche e aos meus sobrinhos Felipe e Matheus. Por sempre me fazer lembrar a importância da família e pela confiança depositada em mim.

À Luara, agradeço pela sua admiração, paciência, compreensão e companheirismo. Sem o seu apoio eu não teria conseguido. Você me incentivou e me fez acreditar que eu posso realizar todos os meus sonhos.

Ao meu avô Juarez Carneiro (*in memoriam*). Eu gostaria que estivesse aqui para me ver realizando este sonho.

À minha avó Maria Carneiro, pelo amor e carinho e pela disposição de me escutar sempre. Aos meus tios Cláudio Carneiro e Iracy Carneiro, pelo incentivo e apoio.

Ao meu padrasto Railton, por todas as nossas conversas e palavras de motivação.

Ao meu amigo-irmão Carlos Júnior e minha amiga Amanda Santos que se tornaram minha família durante essa trajetória.

Às minhas amigas Laisy Menescal, Mônica Monalisa, Sayonara Alves e Samantha Kallydia por todos momentos de distrações, risadas e preocupações no decorrer desses anos.

Aos meus colegas dos projetos de extensão Engenheiros Sem Fronteiras – Núcleo Caraúbas e Ecivilinterativa, por toda contribuição e amizade.

Aos meus amigos Matheus Savyo, Luine Lima, Gilmar Fônseca, Yuri Nogueira, Alice Mota e Ianna Castro pela amizade de longos anos e pelos momentos juntos que são inesquecíveis.

À tia Marta e tio Sávio, pela amizade de vocês em momentos difíceis. Vocês fazem parte dessa conquista.

À minha orientadora Ana Cláudia, pela sabedoria, ensinamentos e confiança depositada em mim ao possibilitar o desenvolvimento deste trabalho.

À banca examinadora, pela disponibilidade e colaboração.

À todos que de alguma forma contribuíram de forma direta ou indireta para realização deste trabalho.

“Eleve as suas palavras e não a sua voz;
Porque é a chuva que faz crescer as
plantas e não o trovão.”

(Filosofia Persa)

RESUMO

O sistema de abastecimento de água deve fornecer água com qualidade e em quantidade suficiente para satisfazer as necessidades da população. Desta forma, para garantir que a água fornecida esteja em boa qualidade, ela deve atender o padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde. Este trabalho propõe a avaliação da qualidade da água disponível nos bebedouros da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – Campus Caraúbas, através de parâmetros físicos e químicos, como também uma comparação com águas minerais comercializadas. As amostras foram coletadas nos bebedouros da universidade e em laboratório foram realizadas análises de condutividade elétrica, turbidez, pH, cloreto e sódio. Os resultados encontrados certificam que todos os bebedouros estão fornecendo água de boa qualidade para os usuários e não oferecem riscos à saúde. Além disso, é mais aconselhável o consumo desta água, pois alguns parâmetros das águas minerais analisadas não atenderam o exigido pelo padrão de potabilidade.

Palavras – chaves: Análises de água. Potabilidade. Qualidade da água.

ABSTRACT

The water supply system must provide water of sufficient quality and quantity to meet the needs of the population. So, to ensure that the water supplied is in good quality, it must meet the potability standard established by Ordinance No. 2914/2011 of the Ministry of Health. This work proposes the evaluation of the water quality available in drinking fountains of the Federal Rural University of the Semi-Arid – Campys Caraúbas, through physical and chemical parameters, as well as a comparison with mineral water marketed. The samples were collected in university drinking fountains and the parameters of electrical conductivity, turbidity, pH, chloride and sodium were analyzed in the laboratory. The results found make sure that all drinking fountains are providing good quality water to users and don't offer health risks. Besides that, it's advisable to consume this water, because some parameters of the analyzed mineral waters didn't meet the required by the standard of potability.

Key-words: Water analysis. Potability. Water quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma demonstrando a metodologia do trabalho	26
Figura 2 - UFERSA – Campus Caraúbas.....	26
Figura 3 - Reservatório de Caraúbas em funcionamento.....	28
Figura 4 - Bebedouro da UFERSA – Campus Caraúbas	29
Figura 5 - Amostras de água coletadas dos bebedouros	30
Figura 6 - Leitura da amostra no turbidímetro	31
Figura 7 - Análise da condutividade elétrica.....	31
Figura 8 - Leitura de pH em uma amostra.....	32
Figura 9 - Determinação da concentração de cloreto.....	33
Figura 10 - Determinação da concentração de sódio.....	34

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Conformidade dos parâmetros analisados pela CAERN	37
Gráfico 2 - Turbidez (uT) da água dos bebedouros da UFERSA – Campus Caraúbas	38
Gráfico 3 - Valores encontrados de pH na água dos bebedouros.....	39
Gráfico 4 - Cloreto (mg.L^{-1}) na água dos bebedouros da UFERSA – Campus Caraúbas.....	40
Gráfico 5 - Sódio nos bebedouros da UFERSA – Campus Caraúbas.....	41

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Doenças relacionadas com a água	17
Tabela 2 - Padrão de potabilidade da Portaria nº 2914/2011 do MS.	24
Tabela 3 – Parâmetros físicos.....	35
Tabela 4 – Parâmetros químicos.....	35
Tabela 5 - Resultado da conformidade dos parâmetros divulgados pela CAERN	36
Tabela 6 - Resultado da conformidade de turbidez (Portaria nº 2914/11 MS)	38
Tabela 7 - Resultado de conformidade do pH (Portaria nº 2914/11 MS)	39
Tabela 8 - Resultado de conformidade do cloreto (Portaria nº 2914).....	40
Tabela 9 - Resultado de conformidade do sódio (Portaria nº 2914/2011 MS).....	41
Tabela 10 - Condutividade elétrica dos bebedouros e das águas minerais (A, B e C)	42
Tabela 11 - Verificação da água mineral com a Portaria nº 2914/2011 MS	42

LISTA DE SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas

CAERN – Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte

CGVAM – Coordenação Geral de Vigilância Ambiental

DENSP – Departamento de Engenharia de Saúde Pública

FUNASA – Fundação Nacional da Saúde

OMS – Organização Mundial da Saúde

OPAS – Organização Pan-Americana de Saúde

UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivo geral	14
2.2	Objetivos específicos	14
3	REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1	Água	14
3.2	Saneamento e Saúde	16
3.3	Qualidade da água	18
3.3.1	Parâmetros físicos	19
3.3.2	Parâmetros químicos	20
3.3.3	Parâmetros biológicos	21
3.4	Padrão de potabilidade	22
3.5	Sistema de abastecimento de água	24
3.6	Fornecimento de água para consumo através de bebedouros	25
4	METODOLOGIA	26
4.1	Caracterização da área de estudo	26
4.2	Caracterização do sistema de abastecimento de água de Caraúbas	27
4.3	Coleta das amostras	28
4.4	Análises de parâmetros físico-químicos	29
4.4.1	Parâmetros físicos	30
4.4.2	Parâmetros químicos	32
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
5.1	Análise dos parâmetros pela CAERN	36
5.2	Resultados comparados com a Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde	37
5.2.1	Parâmetros Físicos	37
5.2.2	Parâmetros químicos	38
5.3	Resultados comparados com a água mineral	41
5.3.1	Parâmetros físicos	41
5.3.2	Parâmetros químicos	42
6	CONCLUSÃO	43
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1 INTRODUÇÃO

A água é indispensável para o consumo humano, porém na natureza não é possível encontrar água totalmente confiável para utilização. Isso ocorre devido as impurezas que se acumulam no decorrer do trajeto do ciclo hidrológico e principalmente pela poluição causada pelas atividades humanas (RICHTER, 2009).

Essas impurezas podem ser encontradas como vírus, bactérias patogênicas e substâncias tóxicas. Elas contruibuem para a má qualidade da água, pois podem ser bastante perigosas, expondo a população a doenças relacionadas com a água. (RICHTER; NETTO, 1991).

Para a Organização Mundial de Saúde (OMS) 80% das doenças que se proliferam em países que ainda estão se desenvolvendo são de veiculação hídrica, ou seja, provenientes de águas de qualidade irregular.

Para atender as necessidades humanas é necessário um sistema de abastecimento de água que apresente boas condições sanitárias. Isso deve ocorrer para que não se tenha microorganismos patogênicos e substâncias tóxicas que sejam prejudiciais a saúde (PEZARINO, 2010).

Visto a importância da qualidade da água, o Ministério da Saúde (MS) estabeleceu o padrão de potabilidade na Portaria nº 2914/2011. Deste modo, as concessionárias de distribuição de água tem como obrigação monitorar e controlar a qualidade da água que está fornecendo. De forma a atender os valores máximos permitidos dos parâmetros físicos, químicos e biológicos que são impostos pela Portaria nº 2914/2011 do MS.

A água fornecida pelas concessionárias percorrem um grande trajeto passível a poluição até chegar em seus consumidores (MELO, 2016). O contato com essa água pode ser de diversas formas, inclusive através de bebedouros.

Uma das formas de identificar problemas no sistema de abastecimento é avaliar a qualidade da água disponível nos bebedouros, pois esta também deve atender o padrão de potabilidade exigido na Portaria nº 2914/2011 do MS (MELO, 2016).

Em instituições escolares, é obrigatório o fornecimento de água para consumo com regularidade, geralmente realizado por meio de bebedouros, logo vê-se a importância de monitoramento desta água. (MELO, 2016).

Nesse contexto, esta pesquisa visa analisar a qualidade físico-química da água disponível para consumo nos bebedouros da UFERSA – Campus Caraúbas, avaliando se há riscos que possam influenciar na saúde dos usuários. O trabalho é composto por uma revisão de literatura, posteriormente a coleta das amostras e análises em laboratórios com finalidade de caracterizar a água de acordo com os parâmetros de condutividade elétrica, turbidez, pH, cloreto e sódio.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a qualidade da água dos bebedouros da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – Campus Caraúbas.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar análises laboratoriais físico-químicas da água dos bebedouros da UFERSA – Campus Caraúbas.
- Verificar a potabilidade da água dos bebedouros da UFERSA – Campus Caraúbas a partir das análises físico-químicas realizadas e da Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde.
- Identificar possíveis riscos ligados à água de abastecimento da cidade de Caraúbas.
- Comparar a qualidade da água dos bebedouros com a água mineral comercializada.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Água

A água é um recurso natural básico na vida do ser humano, porém sua disponibilidade é limitada e sua distribuição geográfica é desigual (VON SPERLING,

2018). Aproximadamente 75% da superfície do globo terrestre são constituídos de água (PHILIPPI JR, 2005). Onde 97% das águas disponíveis no planeta são salgadas e encontradas em mares e oceanos; 2,2% são encontrados em forma de calotas polares e geleiras; sendo assim, apenas 0,8% representa a água doce acessível e disponível no planeta. Dentre diversas atividades humanas que se faz o uso da água doce, pode-se destacar o abastecimento público e industrial, irrigação agrícola, na criação de animais, como também geração de energia. (VON SPERLING, 2018).

O Brasil, juntamente com a China e a Rússia, soma cerca de 60% da quantidade de águas superficiais no planeta. E sozinho, o território brasileiro conta com 11,6% de água doce, distribuídos de forma que o norte possui a maior proporção de recursos hídricos e o nordeste a menor proporção (PHILIPPI JR, 2005).

Em conjuntura mundial, as atividades agrícolas são responsáveis pelo maior consumo de água, utilizando 70% do disponível, em seguida têm-se as indústrias que utilizam 22% e o consumo humano usufrui 8% da totalidade deste recurso disponível (PHILIPPI JR, 2005). E de acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA) (2017), a principal atividade que utiliza a água disponível no país é a irrigação agrícola com 52% do total, a água de abastecimento para consumo humano encontra-se em segundo lugar com 23,8% e as atividades industriais com 9,1%, os 15% restantes são destinados para outras utilizações, como pecuária e mineração.

Por muito tempo a água foi tida como um recurso inesgotável, devido a sua capacidade de autodepuração, mas com o crescimento das cidades, que muitas vezes acontece de forma desordenada, a poluição foi tomando conta dos cursos d'água, em consequência ao lançamento de forma inadequada de esgotos, podendo levar a escassez de águas limpas (PHILIPPI JR, 2005).

Os problemas de poluição e escassez da água podem gerar graves consequências socioeconômicas e ambientais, pois pode afetar no equilíbrio do ecossistema, bem como causar problemas no estado de saúde dos seres humanos devido à qualidade comprometida da água ou simplesmente faltar água para suprir as necessidades básicas, como também pode prejudicar o desenvolvimento

industrial, dificultando a geração de energia elétrica e produção de alimentos, por exemplo. (PHILIPPI JR, 2005).

Em razão disso, percebe-se que a água de boa qualidade é um fator essencial para a qualidade de vida, para isto é necessário um sistema de saneamento básico eficiente.

3.2 Saneamento e Saúde

Segundo Heller e Pádua (2010), o saneamento é composto por várias ações que asseguram a saúde do ser humano.

O conceito de saúde dado pela Organização Pan-Americana de Saúde/Organização Mundial de Saúde (OPAS/OMS, 2016) vai além da falta de sintomas de doenças, isso implica que a saúde é um conjunto de fatores que garantem o bem-estar social, físico e mental das pessoas. E para a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2004) é importante aplicar os serviços de saneamento para proporcionar saúde da população. O saneamento ambiental é definido como o conjunto de procedimentos socioeconômicos que visam a prevenção de ocorrência de endemias ou epidemias ligadas ao meio ambiente (FUNASA, 2004).

Segundo Philippi Jr (2005), os sistemas integrantes do saneamento básico são abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e drenagem pluvial.

- Sistema de abastecimento de água: Caracteriza-se na distribuição de água com qualidade, com regularidade e com acessibilidade para as populações, de forma a suprir suas necessidades (HELLER; PÁDUA, 2010).
- Sistema de esgotamento sanitário: É o conjunto responsável pela coleta e transporte dos esgotos para que não sejam descartados diretamente no meio ambiente, evitando assim o contato direto e indireto com o ser humano e também fazendo o tratamento adequado para que ele possa ser descartado sem gerar consequências socioambientais (PHILIPPI JR, 2005).
- Limpeza urbana: É o sistema que tem como objetivo o manejo dos resíduos sólidos de forma a obter uma destinação satisfatória nos aspectos sanitários e ambientais. (PHILIPPI JR, 2005).

- Drenagem urbana: Sistema projeto para conduzir as águas pluviais, evitando problemas como enchentes inundações e alagamentos (PHILIPPI JR, 2005).

Até o final do século XIX, a análise da qualidade da água era realizada através dos sentidos humanos, onde era possível verificar apenas a cor, o gosto e o odor. Apenas no início do século XX que a qualidade da água passou a ser relevante para a saúde pública. (FREITAS, M.B.; FREITAS, C.M., 2005). Em razão disso, faz-se necessário uma legislação que certifique a garantia desta qualidade, como a Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, que exige que sejam avaliados alguns parâmetros físicos, químicos e biológicos, dentre eles: turbidez, pH e coliformes.

A água pode ser um grande transmissor de doenças, podendo ter como causador os agentes biológicos que propagam doenças a partir do consumo de água contaminada por agentes patogênicos. As doenças também podem proliferar pela falta de água, quando se tem higiene insuficiente. A água ainda pode se tornar propícia para os mosquitos que se reproduzem e transmitem doenças. São exemplos dessas doenças: diarreia, cólera, febre tifoide, doenças de pele, dengue, febre amarela e malária. (HELLER; PÁDUA, 2010).

Em relação às melhorias no abastecimento de água, quando estas são aplicadas na qualidade e quantidade de água, estima-se que ocorrerá uma redução de 17% na morbidade por diarreia. Esses dados reforçam que o impacto do abastecimento de água, principalmente o público, sobre a saúde é bastante significativo na redução de doenças e na melhoria da qualidade de vida (HELLER; PÁDUA, 2010).

Na tabela 1 está descrito as doenças que estão relacionadas com a água de abastecimento, bem como as medidas cabíveis para tentar impedir

Tabela 1 – Doenças relacionadas com a água

Transmissão	Doença	Medida
Pela água	Cólera	- Implantar o sistema de abastecimento e tratamento da água, com fornecimento em quantidade e qualidade para consumo humano, para
	Febre tifoide	
	Giardíase	
	Amebíase	
	Hepatite infecciosa	

	Diarréia aguda	uso doméstico e coletivo; - Proteger os mananciais e fontes de água de contaminações.
Falta de higienização	Escabiose Pediculose (piolho) Tracoma Conjuntivite bacteriana aguda Salmonelose Tricuríase Enterobíase Ancilostomíase Ascaridíase	- Implantar sistema adequado de esgotamento sanitário; - Instalar abastecimento de água com água encanada, de preferência; - Instalar melhorias sanitárias domiciliares e coletivas; - Instalar reservatório de água adequado com limpeza sistemática
Por vetores relacionados com a água	Malária Dengue Febre amarela Filariose	- Eliminar o aparecimento de criadouros de vetores com inspeção sistemática e medida de controle; - Dar destinação final adequada aos resíduos sólidos
Associada à água	Esquistossomose Leptospirose	- Controlar vetores e hospedeiros intermediários

Fonte: Adaptado de FUNASA (2004)

3.3 Qualidade da água

Os requisitos de qualidade da água são ditos fundamentais quando a água é utilizada para atender necessidades essenciais como a ingestão e higienização. Essas condições de qualidade devem, sobretudo, garantir a saúde dos usuários (HELLER; PÁDUA, 2010).

Existem características que podem afetar a pureza da água, comprometendo a sua qualidade, são elas características físicas, químicas e biológicas. As características físicas consistem nos sólidos suspensos na água, que são classificados de acordo com seu tamanho, podendo ser sólidos em suspensão, sólidos coloidais e sólidos dissolvidos; as características químicas estão relacionadas com a presença de materiais orgânicos e inorgânicos; e as características biológicas estão ligadas com os microrganismos existentes na água, um dos principais causadores de doenças relacionadas à água (VON SPERLING, 2018).

De acordo com Richter (2009), para que a água esteja propícia a ser usada pelo ser humano, esta deve ser potável, ou seja, deve estar em boas condições, sem contaminantes orgânicos, inorgânicos e livres de bactérias que possam afetar a saúde do usuário, para que possa ser utilizada para fins domésticos e atividades industriais. Para garantir a qualidade da água que irá ser distribuída são feitas análises de parâmetros que podem ser classificados em físicos, químicos e biológicos.

3.3.1 Parâmetros físicos

- **Cor:** Responsável pela coloração da água (VON SPERLING, 2018). Essa coloração se dá pela capacidade que a água tem em absorver radiações do espectro visual, que podem ser causadas por substâncias de origem mineral e orgânicas dissolvidas, sejam elas no estado coloidal ou até mesmo em suspensão e isso faz com que seja possível classificar em cor real e cor aparente. Quando se tem substância em estado coloidal ou dissolvida é denominada cor real, quando se tem a presença de matéria em suspensão, é determinada de cor aparente. A cor é um parâmetro que pode não apresentar riscos à saúde, mas por questão estética é possível desconfiar da sua qualidade (RICHTER, 2009).
- **Turbidez:** A presença de partículas suspensas na água caracteriza a turbidez, podendo ser sólidos de tamanhos variados. Pode ser originada pela presença de partículas de silte, argila ou logo, despejos domésticos e industriais, bem como pela presença de microorganismos (RICHTER; NETTO, 1991). A turbidez pode interferir a passagem de luz pela água, contribuindo para um aspecto desagradável. Apesar da aparência turva, pode não causar malefícios a saúde (VON SPERLING, 2018). Richter (2009) afirma que esta análise tem grande importância no controle do tratamento de água potável, onde a quantidade de sólidos em suspensão deve ser baixa.
- **Condutividade elétrica:** A condutividade elétrica é a capacidade da água de conduzir corrente elétrica, isso acontece devido à presença de substâncias dissolvidas que se transformam em cátions e ânions (LIBÂNIO, 2010).
- **Sabor e odor:** Essas características são analisadas em conjunto. O odor está relacionado com a sensação olfativa e o sabor pode ser doce, salgado, azedo e amargo. Podem ser provocados devido à presença de matéria orgânica em

decomposição, microorganismos, gases dissolvidos e também pelo lançamento de esgotos domésticos e industriais. É um dos parâmetros de qualidade mais perceptível para o ser humano (VON SPERLING, 2018).

- Temperatura: Está relacionado com a mensuração da intensidade de calor. Variações de temperatura podem influenciar reações químicas e biológicas, como também reduzir a solubilidade dos gases e acentuar sensações de sabor e odor, devido o aumento da taxa de transferência de gases. (VON SPERLING, 2018).

3.3.2 Parâmetros químicos

- pH: O potencial hidrogeniônico consiste na concentração de íons hidrogênio H^+ na água e indica em qual condição se encontra. A faixa de valores de pH é de 0 a 14. Quando se tem o pH menor que 7 significa que a água está em condições ácidas; o pH igual a 7 quer dizer que está neutro; e o pH maior que 7 é característica da água em condições básicas. Este parâmetro é considerado um dos mais relevantes durante o monitoramento das etapas do tratamento de água (VON SPERLING, 2018).
- Alcalinidade: Parâmetro relacionado com a capacidade da água de neutralizar os ácidos. Em grandes proporções pode atribuir gosto amargo à água, mas ainda assim não tem significados sanitários. Porém, sua determinação é importante no tratamento de água para precaver desgastes corrosivos em tubulações (VON SPERLING, 2018).
- Acidez: É uma característica da água que tem capacidade de neutralizar bases e também evitar mudanças no pH. Assim como a alcalinidade, a acidez também pode ser responsável por corrosões em tubulações (VON SPERLING, 2018).
- Dureza: É uma propriedade atribuída a água pela presença de cátions multimetálicos em soluções, esta característica é reconhecida geralmente pela sua capacidade de reduzir a formação de espuma (RICHTER, 2009). Não há indícios que apresenta significados sanitários, dependendo de sua concentração pode causar um gosto desagradável (VON SPERLING, 2018).
- Ferro e manganês: Esses metais na água podem ser produzidos pela dissolução de solos e rochas. Facilmente o consumidor irá suspeitar da qualidade da água, pois dependendo das concentrações encontradas, pode-

se ter uma mudança na cor da água, assim como no sabor e no odor também (VON SPERLING, 2018).

- Cloretos, sódio e potássio: Resultam da dissolução de sais e estão presentes em todas as águas naturais, uma concentração elevada desses cloretos nas águas superficiais indica poluição por esgotos domésticos, também confere a água um gosto salgado (RICHTER, 2009). A presença de sulfatos na água pode acarretar problemas laxativos (HELLER; PÁDUA, 2010).

3.3.3 Parâmetros biológicos

- Bactérias: Esse parâmetro está relacionado com os microorganismos patogênicos causadores de doenças de veiculação hídrica. As bactérias coliformes se destacam das outras espécies patogênicas, porque elas conseguem sobreviver mais tempo. Essas bactérias ficam localizadas no trato gastrointestinal de seres endotérmicos, então quando se tem a presença desse grupo de bactérias indica a existência de organismos patogênicos (RICHTER, 2009). É inaceitável a presença de coliformes termotolerantes em águas que sejam destinadas para consumo humano, pois estas bactérias sugerem que há existência contaminação fecal. (PEZARINO, 2010). Dentre esse grupo, tem-se a *Escherichia Coli* (VON SPERLING, 2018). O Ministério da Saúde exige que seja feitas análises frequentes em águas de abastecimento para garantir a ausência dessas bactérias.
- Algas: As algas são plantas que realizam a fotossíntese e estão presentes em quase todos os tipos de corpos d'água, como lagos, açudes e rios. A fotossíntese é realizada durante o dia, onde as algas produzem o oxigênio, mas pela noite produzem através da respiração o dióxido de carbono, causando danos à água, pois pode reduzir o pH e a alcalinidade. Não há riscos quando as algas se apresentam em pequenas quantidades, já quando se encontra em excesso elas podem causar problemas no tratamento de água, conferindo gosto e odor à água e entupindo os filtros (RICHTER, 2009).

É necessário conhecer as impurezas existentes na água para determinar qual o tratamento mais adequado para a mesma. (HELLER; PÁDUA, 2010). Para que esta água possa ser fornecida, a mesma deve passar por um controle de qualidade, estabelecido por meio de análises laboratoriais de parâmetros físico-químicos e

biológicos e comparações com os padrões de potabilidade definidos pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde. (RICHTER, 2009).

A qualidade da água pode variar de acordo com o tempo, por isso é necessário que as análises sejam feitas constantemente e em diferentes épocas do ano para que seja possível obter um controle dos resultados, diminuindo sua variância (RICHTER; NETTO, 1991).

3.4 Padrão de potabilidade

A Organização Mundial de Saúde é a responsável pelo acompanhamento de estudos de análise da água, bem como pela definição dos valores máximos permitidos de cada parâmetro analisado no padrão de potabilidade (FREITAS, M.B.; FREITAS, C.M., 2005).

Em âmbito mundial, em 1974 foi criada uma norma que indica um padrão nacional de potabilidade da água nos Estados Unidos. A Europa também possui uma norma que visa garantir a qualidade da água em todos seus países, onde a cada cinco anos essa norma deve ser submetida a revisão para buscar constantes melhorias na água potável distribuída para a população (FREITAS, M.B.; FREITAS, C.M., 2005).

No Brasil, o Ministério da Saúde elaborou a primeira norma brasileira de potabilidade da água para consumo humano, através do Decreto Federal nº 79367 no ano de 1977 e no mesmo ano foi aprovado pela Portaria nº 56/Bsb. (FORMAGGIA, 2007). Onze anos depois, essa Portaria aconteceu sua primeira revisão e foi anulada, passando a ser Portaria 36 GM publicada em Janeiro de 1990, dentre suas atribuições estão: controle e monitoramento da qualidade da água, descrição de serviços e sistema de abastecimento de água e inclusão de novos parâmetros para serem analisados (FREITAS, M.B.; FREITAS, C.M., 2005).

A recomendação é que a cada cinco anos seja realizado novas revisões. Porém, demorou 10 anos para acontecer outra revisão, onde o Ministério da Saúde reuniu instituições públicas, privadas e organizações não-governamentais, como a Coordenação Geral de Vigilância Ambiental (CGVAM), o Departamento de Engenharia de Saúde Pública (DENSP), a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) e representantes da OPAS e da OMS para aperfeiçoar a Portaria nº 1469 que foi

publicada no dia 29 de Dezembro de 2000. Nessa Portaria ficou estabelecido novas classificações para os tipos de abastecimento de água, como também indicou obrigações de vigilância aos órgãos de saúde e empresas concessionárias de abastecimento, pois ambos tem a responsabilidade de garantir o controle na qualidade da água que é distribuída e consumido pelos usuários (FREITAS, M.B.; FREITAS, C. M., 2005).

Em 2004, a Portaria nº 1469/2000 foi revogada pela Portaria nº 518 do Ministério da Saúde, esta continua estabelecendo os padrões de potabilidade, mas o monitoramento dos parâmetros analisados e o controle da qualidade da água é atribuição das empresas que prestam serviço de abastecimento de água (BARBOSA-DANIEL; CABRAL, 2011).

Novamente, a Portaria passou por revisões e foi revogada. Atualmente no Brasil está em vigor a Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, nela está contida quais os parâmetros devem ser observados e procedimentos para assegurar a qualidade da água que está sendo destinada para o consumo humano. O Ministério da Saúde leva em consideração diversas legislações sanitárias que visam garantir a proteção da população, dentre elas: o Decreto nº 5440, de 4 de Maio de 2005, que determina métodos a respeito do controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e constitui também na publicação de informações pertinentes aos consumidores sobre a qualidade da água; e o Decreto nº 7217 de 21 de Junho de 2010, que regulamenta a lei nº 11445 de 5 de Julho de 2007 sobre diretrizes de saneamento básico para o país (BRASIL, 2011).

A Portaria nº 2914/2011 do MS estabelece que toda água que seja destinada para consumo humano deve ser potável, isso se obtém através de processo de controle da qualidade durante o processo de tratamento da água, dessa forma a portaria fornece quais parâmetros devem ser analisados para assegurar essa qualidade, garantindo a existência de um padrão de potabilidade que é definido por uma faixa de valores limites tolerada para esses parâmetros (BRASIL, 2011).

Na tabela 2 é possível verificar quais os valores máximos permitidos de alguns parâmetros estabelecidos pela Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde.

Tabela 1 - Padrão de potabilidade da Portaria nº 2914/2011 do MS.

Parâmetros	Valor máximo permitido	Unidade
Físicos		
Cor	15	uH
Turbidez	5	uT
Sabor	6	Intensidade
Odor	6	Intensidade
Químicos		
Cloretos	250	mg/l
Dureza	500	mg/l
Ferro	0,3	mg/l
Manganês	0,1	mg/l
pH	6 – 9,5	-
Sódio	200	mg/l
Sulfato	250	mg/l
Biológicos		
Coliformes	1	org/100 ml

Fonte: Adaptado de Brasil (2011)

3.5 Sistema de abastecimento de água

De acordo com a FUNASA (2004), o sistema de abastecimento de água é definido pelo conjunto de obras, serviços e instalações designados a produzir e tem como responsabilidade distribuir água para a população. Este sistema deve se adequar de acordo com o total de habitantes que irão usufruir dessa água.

As unidades constituintes de um sistema de abastecimento de água são: manancial, captação, adução, tratamento, reservação, rede de distribuição, estações elevatórias e ramal predial (FUNASA, 2004).

- **Manancial:** Local onde se tem recurso disponível para a retirada, abastecendo o sistema. Podem ser classificados em mananciais superficiais, subterrâneos ou águas de chuva (HELLER; PÁDUA, 2010).
- **Captação:** Responsável pela tomada de água dos mananciais para que seja lançado no sistema de abastecimento. A forma como essa água irá ser captada depende do tipo do manancial (HELLER; PÁDUA, 2010).
- **Adução:** Conjunto de tubulações, peças especiais e obras de arte que interligam as unidades do sistema de abastecimento de água, como o objetivo de transportar a água (HELLER; PÁDUA, 2010).

- Tratamento: Nessa unidade a água bruta captada passa por um processo para que a água se torne adequada ao consumo da população, atendendo aos padrões de potabilidade exigido pelo Ministério da Saúde. (HELLER; PÁDUA, 2010). Existem diversos tipos de tratamento de água, entre eles a fervura, a filtração lenta, tratamento de água convencional, entre outros (FUNASA, 2004).
- Reservação: Tem como objetivo dar continuidade ao sistema de abastecimento de água, atendendo a demanda do consumo de água e mantendo pressões adequadas na rede de distribuição. Além disso, é importante para que se tenha água garantida em casos de incêndios (FUNASA, 2004).
- Rede de distribuição: Todos os elementos que são destinados a distribuir água até os usuários do sistema (HELLER; PÁDUA, 2010).
- Estações elevatórias: São destinadas a transportar água e elevar a água, caso seja necessário (FUNASA, 2004).
- Ramal predial: Tubulação responsável pela ligação entre a rede de distribuição e as instalações domiciliares de água. (FUNASA, 2004).

A população beneficiada do sistema de abastecimento de água terá contato direto ou indireto com a água fornecida. Por este motivo, deve-se reforçar a necessidade de obter um controle qualidade e monitoramento desta água.

3.6 Fornecimento de água para consumo através de bebedouros

No Brasil, a NBR 16236:2013 descreve os requisitos necessários para o fornecimento de água para consumo humano com refrigeração através de aparelhos. A Portaria nº 394/2014 do INMETRO regulamenta condições que devem ser atendidos pelos bebedouros para que se tenha um controle de qualidade, não havendo riscos a saúde, promovendo um bom desempenho do aparelho e com o máximo de eficiência energética.

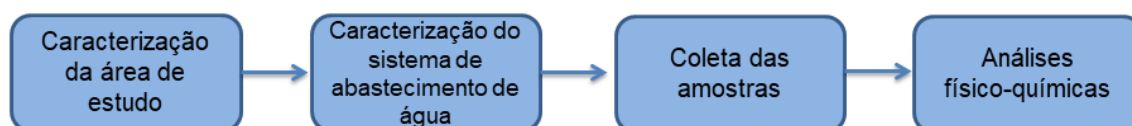
A utilização de bebedouros para fornecer água potável é bastante comum em instituições de ensino, porém, não há um monitoramento adequado para conhecer a qualidade da água que está sendo consumida. Por esta razão, é importante realizar pesquisas para contribuir prevenindo e protegendo a saúde dos usuários. Sabendo que os resultados encontrados em pesquisas devem estar atendendo o exigido pela

Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde. Em caso contrário, a água pode estar imprópria para consumo (MELO, 2016).

4 METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido seguindo os passos que estão apresentados na figura 1.

Figura 1 - Fluxograma demonstrando a metodologia do trabalho



Fonte: Autora (2019)

4.1 Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), no município de Caraúbas, Rio Grande do Norte. O campus foi inaugurado em 2010 e até o ano de 2018 possuía 1381 alunos matriculados. Na figura 2 pode-se observar a localização da UFERSA – Campus Caraúbas através do *Google Earth*.

Figura 2 - UFERSA – Campus Caraúbas



Fonte: Google Earth (2019)

4.2 Caracterização do sistema de abastecimento de água de Caraúbas

Pelo censo de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), toda zona urbana da cidade de Caraúbas conta com sistema de abastecimento de água, isso corresponde a 81,62% do município. A concessionária responsável pelo sistema de abastecimento de água e de esgoto da cidade é a Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte – CAERN.

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), em 2015 a captação de água para o abastecimento de Caraúbas/RN era realizada através do açude Santo Antônio e dois poços profundos. Necessitando de ampliação, a ANA (2015) propôs a abertura de mais poços, que atualmente se encontram em funcionamento, contabilizando um total de quatro poços profundos que captam água subterrânea do sítio Igarapé. Como forma de ampliar ainda mais o sistema de distribuição, a Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN) em 2015 iniciou a construção de dois novos reservatórios que juntos irão armazenar 650 mil litros de água, porém, atualmente apenas um desses está em funcionamento.

O abastecimento de água de Caraúbas é considerado satisfatório, mas ainda não é regular e com o funcionamento dos outros reservatórios iria contribuir para a melhoria da distribuição de água na cidade. (MIRANDA, 2017). O único reservatório em funcionamento da cidade pode ser verificado na figura 3.

Figura 3 - Reservatório de Caraúbas em funcionamento.



Fonte: Miranda (2017)

Em relação a saúde, em 2016 o IBGE registrou 7,8 internações causadas por diarreia por mil habitantes na cidade, um número bem crítico quando comparada a nível estadual e nacional, comprovando a importância das análises de parâmetros físicos e químicos da água que está sendo consumida.

4.3 Coleta das amostras

O trabalho consiste na análise de qualidade da água de abastecimento nos bebedouros, da UFERSA – Campus Caraúbas. Para realizar esta avaliação foram selecionados oito pontos de coleta, sendo uma biblioteca, três blocos de salas de aula, dois blocos de laboratórios, um bloco dos professores e um restaurante universitário.

As amostras foram recolhidas em garrafas de polietilene tereftalato esterilizadas com água destilada e analisadas semanalmente, durante um período de quatro semanas. Três semanas foram em Dezembro de 2018 e uma semana em Fevereiro de 2019, essa divisão ocorreu em função da disponibilidade do laboratório

e foi interrompida devido o período de recesso da universidade. Pode ser visto na figura 4 um dos pontos de coleta selecionados para a pesquisa.

Figura 4 - Bebedouro da UFERSA – Campus Caraúbas



Fonte: Autora (2019)

4.4 Análises de parâmetros físico-químicos

A caracterização físico-química da água foi feita através de análises realizadas no laboratório de química da própria universidade. Onde foram realizadas análises como: turbidez, condutividade elétrica, pH, cloretos e sódio. Devido a limitações o laboratório, não foi possível realizar análises quanto aos parâmetros microbiológicos. A figura 5 mostra as amostras que foram coletadas dos bebedouros.

Figura 5 - Amostras de água coletadas dos bebedouros



Fonte: Autora (2019)

4.4.1 Parâmetros físicos

- Turbidez: fez-se o uso do turbidímetro digital DLT-WV, previamente calibrado com padrões de formazinha de 0,01 NTU, 10 NTU, 100 NTU e 800 NTU. A leitura das amostras foi realizada após a calibragem do aparelho, como pode ser verificado na figura 6.

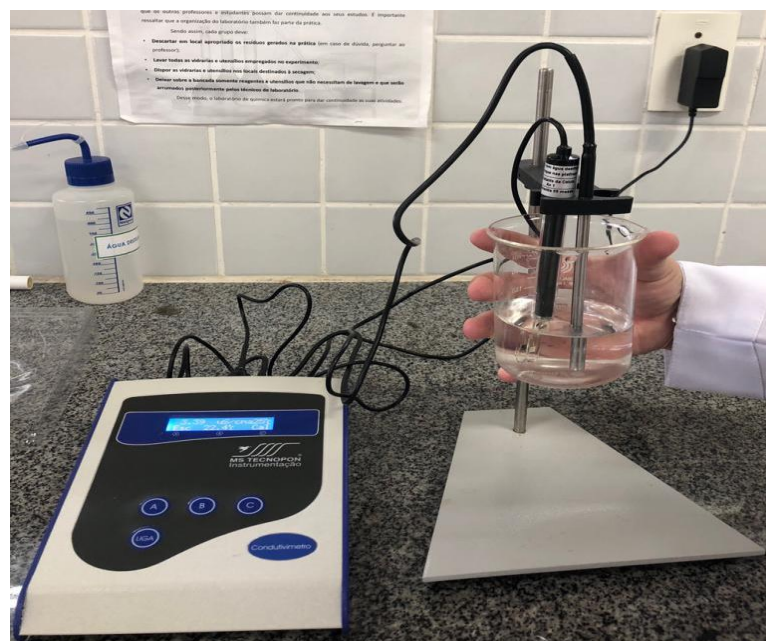
Figura 6 - Leitura da amostra no turbidímetro



Fonte: Autora (2019)

- Condutividade elétrica: a medição foi realizada através do instrumento condutivímetro, como visto na figura 7.

Figura 7 - Análise da condutividade elétrica



Fonte: Autora (2019)

4.4.2 Parâmetros químicos

- pH: utilizou-se o medidor de pH digital para realizar a leitura das amostras, sendo possível também verificar a temperatura. Na figura 8 observa-se a leitura de pH de uma das amostras.

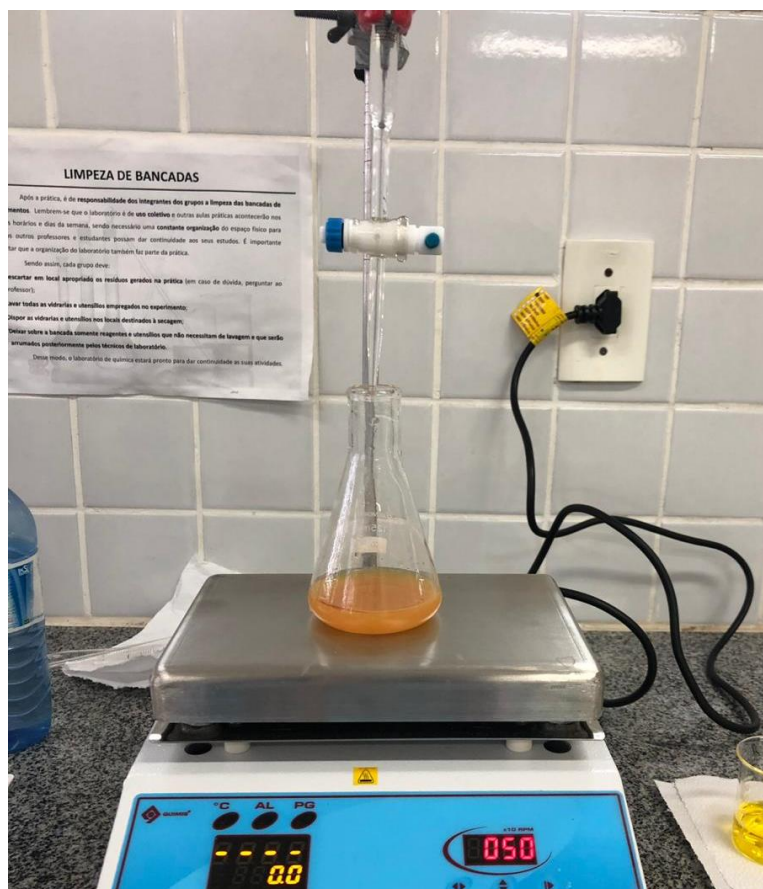
Figura 8 - Leitura de pH em uma amostra



Fonte: Autora (2019)

- Cloretos: as análises foram feitas seguindo o Manual Prático de Análise de Água da FUNASA, a concentração de cloreto foi determinada pelo método de titulação de nitrato de prata, como pode ser verificado na figura 9.

Figura 9 - Determinação da concentração de cloreto



Fonte: Autora (2019)

- Sódio: Foi determinado a partir do fotômetro de chama 7000. A figura 10 mostra o aparelho determinação da concentração de sódio presente em uma das amostras.

Figura 10 - Determinação da concentração de sódio



Fonte: Autora (2019)

A partir dessas análises foi possível classificar a água disponível nos bebedouros como potável ou não potável de acordo com os resultados encontrados, através da Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde. Além disso, também foi realizado uma comparação com águas minerais comercializadas de acordo com as informações das características físico-químicas estampadas nos rótulos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 3 está descrito a média dos resultados obtidos das amostras coletadas dos oito bebedouros analisados, como também os valores máximos e mínimos encontrados e o desvio padrão dos parâmetros físicos analisados: condutividade elétrica e turbidez.

Tabela 2 – Parâmetros físicos

Parâmetros	Bebedouros	Média	Valor máximo	Valor mínimo	Desvio padrão
Condutividade elétrica ($\mu\text{S/cm}$)	Biblioteca	551,98	577,8	519,6	24,24
	Aulas 01	539,2	567,8	511,2	24,23
	Aulas 02	544,3	567,1	515,6	23,53
	Aulas 03	545,35	570,9	516,1	25,87
	Professores 01	576,5	584,2	524,2	41,77
	Laboratório 01	545,1	556,8	529,5	11,37
	Laboratório 02	551,67	573,3	534,7	18,00
	Restaurante universitário	544,15	570,7	516,6	29,66
Turbidez (uT)	Biblioteca	0,11	0,17	0,09	0,04
	Aulas 01	0,0875	0,09	0,088	0,005
	Aulas 02	0,0875	0,09	0,08	0,005
	Aulas 03	0,0825	0,09	0,08	0
	Professores 01	0,1	0,14	0,08	0,02
	Laboratório 01	0,115	0,19	0,08	0,05
	Laboratório 02	0,0775	0,1	0,09	0,005
	Restaurante universitário	0,095	0,13	0,08	0,02

Fonte: Autora (2019)

Os parâmetros químicos analisados estão descritos na tabela 4, da mesma forma da tabela anterior, com média dos valores encontrados em cada semana, os desvio padrão, além do maior valor e menor valor para cada parâmetro analisado.

Tabela 3 – Parâmetros químicos

Parâmetro	Bebedouro	Média	Valor máximo	Valor mínimo	Desvio Padrão
pH	Biblioteca	7,9	8,0	7,74	0,11
	Aulas 01	7,92	7,98	7,88	0,05
	Aulas 02	7,91	8,04	7,71	0,14
	Aulas 03	7,93	8,1	7,88	0,09
	Professores 01	7,88	8,15	7,61	0,24
	Laboratório 01	7,97	8,21	7,82	0,16
	Laboratório 02	8,07	8,13	7,93	0,09
	Restaurante universitário	7,89	8,04	7,71	0,10
Cloreto (mg.L^{-1})	Biblioteca	0,092	0,10	0,09	0,004
	Aulas 01	0,089	0,09	0,08	0,001
	Aulas 02	0,0913	0,094	0,08	0,005
	Aulas 03	0,09	0,091	0,09	0
	Professores 01	0,093	0,10	0,09	0,004
	Laboratório 01	0,09	0,094	0,086	0,003
	Laboratório 02	0,093	0,10	0,09	0,004
	Restaurante universitário	0,09	0,09	0,09	0

Sódio (mg.L⁻¹)	Biblioteca	21,25	23	19	1,79
	Aulas 01	20,5	22	19	1,29
	Aulas 02	20,75	22	20	1,41
	Aulas 03	21	23	20	1,41
	Professores 01	22,5	25	21	1,73
	Laboratório 01	21	23	20	1,41
	Laboratório 02	22,25	23	22	0,5
	Restaurante universitário	21	23	21	0,95
Potássio (mg.L⁻¹)	Biblioteca	4,2	4,8	4	0,4
	Aulas 01	4,175	4,8	3,9	0,41
	Aulas 02	4,275	4,8	4	0,37
	Aulas 03	4,325	4,8	4	0,34
	Professores 01	4,925	5,5	4,6	0,39
	Laboratório 01	4,45	4,8	4,2	0,26
	Laboratório 02	4,6	4,8	4,5	0,14
	Restaurante universitário	4,275	4,8	4	0,36

Fonte: Autora (2019)

5.1 Análise dos parâmetros pela CAERN

A CAERN disponibiliza relatórios anuais em seu site, onde atualiza a conformidade dos parâmetros analisados com o padrão de potabilidade da Portaria nº 2914/2011 do MS. Uma vez que não foi possível obter informações com a CAERN, concessionária responsável pelo sistema de abastecimento de água da cidade, foi utilizado o relatório de 2018 para obter os resultados das análises feitas do ano anterior, entre elas: cloro residual livre, turbidez, cor aparente e coliformes totais.

A tabela 5 mostra a porcentagem de conformidade das amostras analisadas dos parâmetros de cloro residual livre, turbidez, cor e coliformes totais.

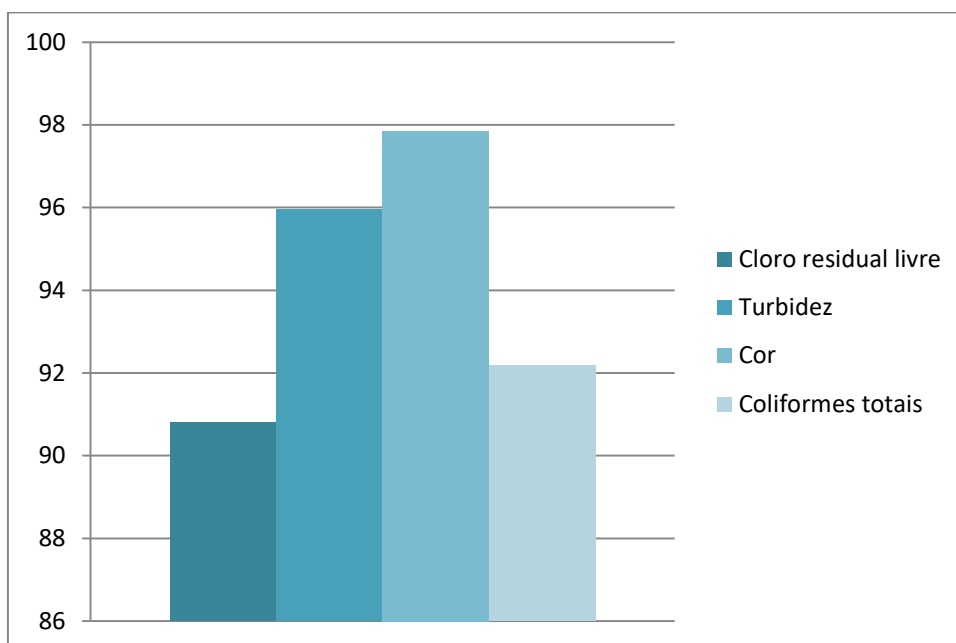
Tabela 4 - Resultado da conformidade dos parâmetros divulgados pela CAERN

Parâmetro	Nº de amostras	Conformidade (%)
Cloro residual livre	413	90,80
Turbidez	420	95,95
Cor	420	97,85
Coliformes totais	422	92,18

Fonte: Autora (2019)

Também pode-se verificar a porcentagem de conformidade no gráfico 1.

Gráfico 1 - Conformidade dos parâmetros analisados pela CAERN



Fonte: Autora (2019)

Além destes, a CAERN também analisou escherichia coli, nitrato e pH mas os resultados destes parâmetros não estão disponíveis no relatório. Mesmo sabendo da importância desses parâmetros, principalmente do escherichia coli, não foi possível fazer as análises das amostras de água coletadas nos bebedouros devido a limitações no laboratório.

5.2 Resultados comparados com a Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde

Os parâmetros analisados foram verificados na Portaria nº 2914/2011 do MS para certificar que a água consumida através dos bebedouros está dentro dos valores limites indicado.

5.2.1 Parâmetros Físicos

5.2.1.1 Turbidez

Os valores de turbidez encontrados nas amostras coletadas estão dentro de uma faixa de 0,08 a 0,19 uT. Isso implica que a água disponível em todos os bebedouros está dentro do padrão de potabilidade, cujo valor máximo permitido na Portaria 2914/2011 do MS é de 5 uT, como pode-se verificar na tabela 6.

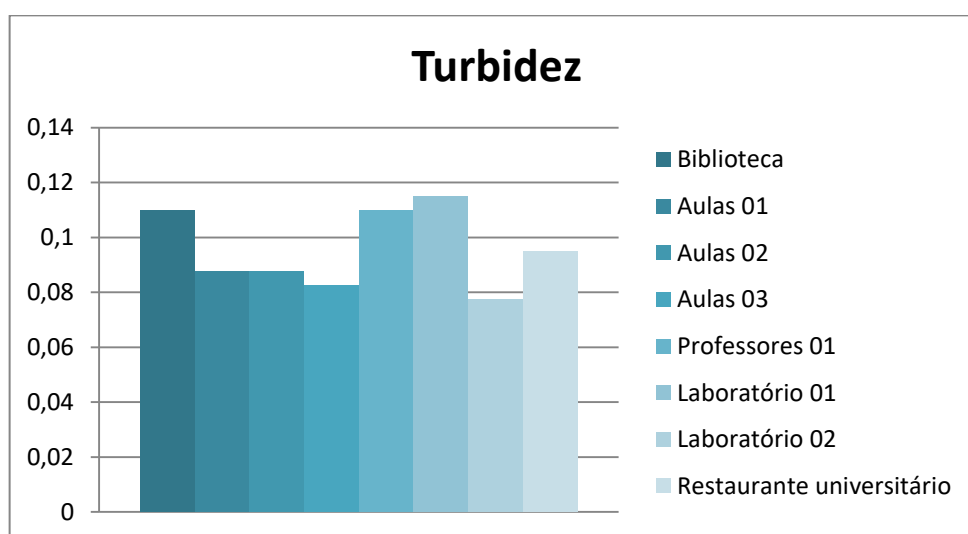
Tabela 5 - Resultado da conformidade de turbidez (Portaria nº 2914/11 MS)

Bebedouro	Valor médio (uT)	Valor máximo permitido (uT)	Conformidade (%)
Biblioteca	0,11	5	100
Aulas 01	0,0875		100
Aulas 02	0,0875		100
Aulas 03	0,0825		100
Professores I	0,10		100
Laboratório 01	0,115		100
Laboratório 02	0,0775		100
Restaurante universitário	0,095		100

Fonte: Autora (2019)

O gráfico 2 expressa os valores encontrados para turbidez de acordo com as análises realizadas em laboratório.

Gráfico 2 - Turbidez (uT) da água dos bebedouros da UFERSA – Campus Caraúbas



Fonte: Autora (2019)

5.2.2 Parâmetros químicos

5.2.2.1 pH

É indicado que o pH da água esteja entre 6,0 a 9,5 de acordo com o padrão de potabilidade. As amostras analisadas estão com 100% de conformidade, como é mostrado na tabela 7, isso implica que não é necessário o ajuste do pH.

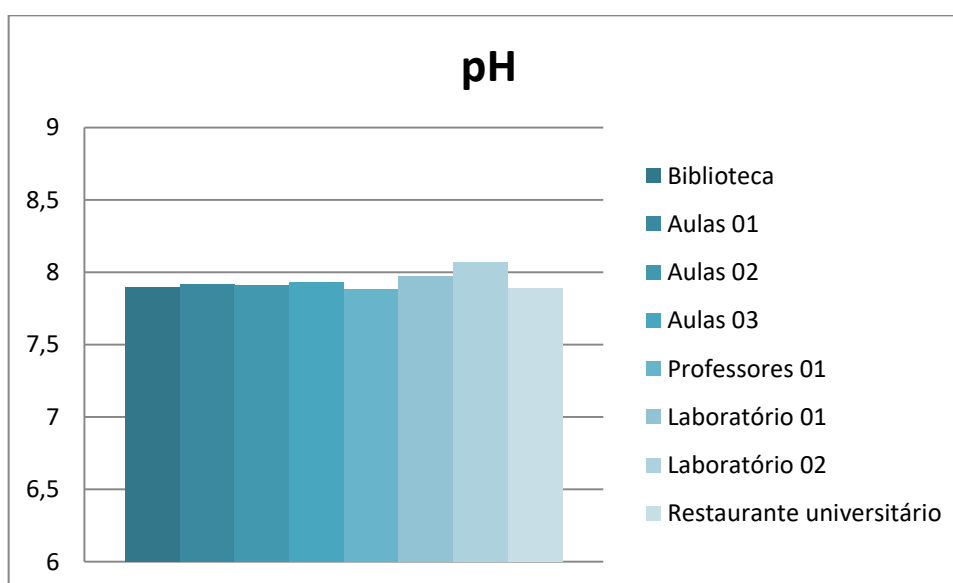
Tabela 6 - Resultado de conformidade do pH (Portaria nº 2914/11 MS)

Bebedouro	Valor médio	Intervalo máximo permitido	Conformidade (%)
Biblioteca	7,9	6 – 9,5	100
Aulas 01	7,92		100
Aulas 02	7,91		100
Aulas 03	7,93		100
Professores	7,88		100
Laboratório 01	7,97		100
Laboratório 02	8,07		100
Restaurante universitário	7,89		100

Fonte: Autora (2019)

O gráfico 3 indica o resultado dos valores médios encontrados do indicador de pH das amostras de todos os bebedouros.

Gráfico 3 - Valores encontrados de pH na água dos bebedouros



Fonte: Autora (2019)

5.2.2.2 Cloreto

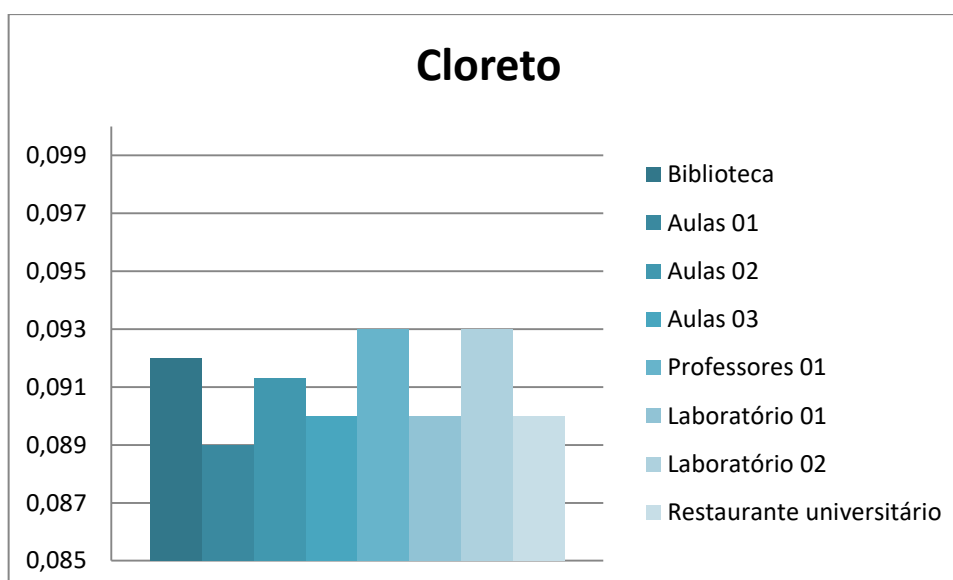
É indicado pela OMS que para fins potáveis o máximo de cloreto na água seja de 250 mg.L⁻¹. Nas análises realizadas foi verificado que todos os bebedouros estão entre o limite permitido, pois o maior valor encontrado foi 0,10 mg.L⁻¹, ou seja, muito inferior ao estabelecido como limite pela Portaria nº 2914/2011 do MS. Pode-se verificar o resultado da conformidade na tabela 8.

Tabela 7 - Resultado de conformidade do cloreto (Portaria nº 2914)

Bebedouro	Valor médio (mg.L ⁻¹)	Valor máximo permitido (mg.L ⁻¹)	Conformidade (%)
Biblioteca	0,092	250	100
Aulas 01	0,089		100
Aulas 02	0,0913		100
Aulas 03	0,09		100
Professores 01	0,093		100
Laboratório 01	0,09		100
Laboratório 02	0,093		100
Restaurante universitário	0,09		100

Fonte: Autora (2019)

Da mesma maneira, mostra o gráfico 4.

Gráfico 4 - Cloreto (mg.L⁻¹) na água dos bebedouros da UFERSA – Campus Caraúbas

Fonte: Autora (2019)

5.2.2.3 Sódio

A legislação nacional estabelece que o valor máximo permitido de sódio na água seja de 200 mg.L⁻¹. Comparando esse valor com os encontrados nas análises feitas, é possível verificar que 100% das amostras estão em conformidade para fins potáveis, pois o maior valor encontrado foi 25 mg.L⁻¹ e o menor foi 19 mg.L⁻¹. A tabela 9 demonstra a conformidade do sódio em relação a Portaria nº 2914/2011 MS.

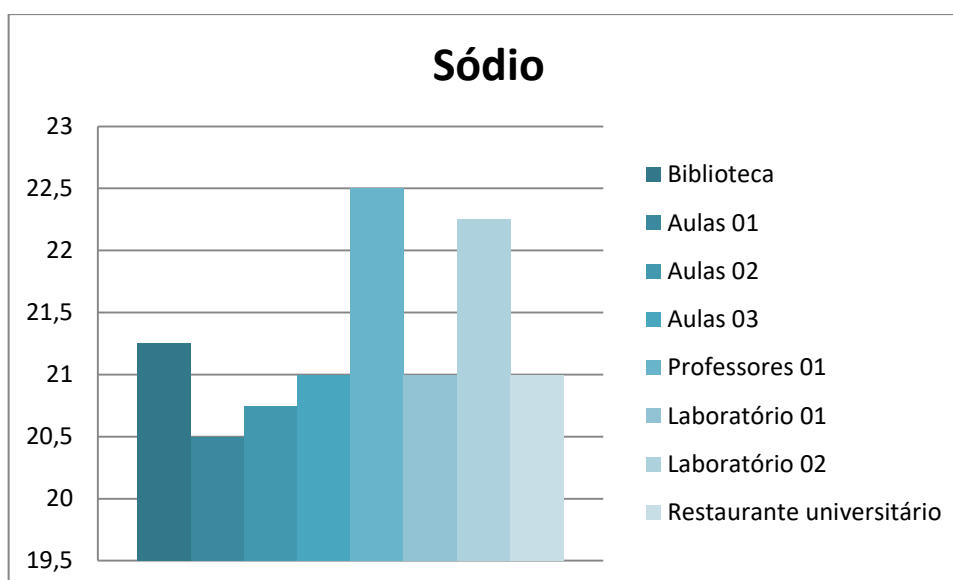
Tabela 8 - Resultado de conformidade do sódio (Portaria nº 2914/2011 MS)

Bebedouro	Valor médio (mg.L ⁻¹)	Valor máximo permitido (mg.L ⁻¹)	Conformidade (%)
Biblioteca	21,25	200	100
Aulas 01	20,5		100
Aulas 02	20,75		100
Aulas 03	21		100
Professores 01	22,5		100
Laboratório 01	21		100
Laboratório 02	22,25		100
Restaurante universitário	21		100

Fonte: Autora (2019)

Os valores médios também podem ser verificados no gráfico 5.

Gráfico 5 - Sódio nos bebedouros da UFERSA – Campus Caraúbas



Fonte: Autora (2019)

5.3 Resultados comparados com a água mineral

5.3.1 Parâmetros físicos

Para condutividade elétrica não há um valor limite estabelecido pelo Ministério da Saúde, logo não é uma característica que vá afetar a saúde do usuário. Na tabela 10, verificam-se os valores encontrados nos bebedouros e os disponíveis nos rótulos das embalagens de água mineral das marcas A, B e C.

Tabela 9 - Condutividade elétrica dos bebedouros e das águas minerais (A, B e C)

Bebedouros	Condutividade elétrica a 25° (µs/cm)
Biblioteca	551,98
Aulas 01	539,2
Aulas 02	544,3
Aulas 03	545,35
Professores 01	576,5
Laboratório 01	545,1
Laboratório 02	551,67
Restaurante universitário	544,15
Marcas	
A	81,6
B	86,2
C	54,1

Fonte: Autora (2019)

A água mineral das marcas A, B e C apresentam valores de condutividade elétrica menor que os valores encontrados na água dos bebedouros.

Um baixo valor de condutividade elétrica implica na possibilidade de facilitar a corrosão de tubulações. Diante disso, é possível verificar que a alta condutividade elétrica na água dos bebedouros é plausível, pois a chance de comprometer as tubulações metálicas é menor.

O parâmetro de turbidez não foi comparado pois nos rótulos das garrafas não haviam informações sobre essa característica.

5.3.2 Parâmetros químicos

A tabela 11 mostra as características disponíveis nos rótulos das embalagens de água mineral produzida por marcas A, B e C.

Tabela 10 - Verificação da água mineral com a Portaria nº 2914/2011 MS

Parâmetro	Marca	Valor	Valor máximo permitido	Conformidade
Sódio	A	10,26	200 mg.L ⁻¹	POSITIVO
	B	13,635		POSITIVO
	C	7,502		POSITIVO
pH	A	6,78	6,0 – 9,5	POSITIVO
	B	4,89		NEGATIVO
	C	5,59		NEGATIVO

Fonte: Autora (2019)

A partir dessas características é possível verificar que apenas a marca A está atendendo o padrão de potabilidade requerido pela Portaria nº 2914/2011 do MS para os parâmetros de sódio e pH, confirmando sua aptidão para o consumo humano, assim como a água dos bebedouros analisados neste trabalho.

As águas minerais das marcas B e C apresentaram também o valor de sódio inferior ao máximo permitido pelo padrão de potabilidade, porém demonstraram elevada acidez, pois o valor de pH foi menor do que o mínimo permitido, logo, não estão de acordo com o exigido pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde.

6 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos é possível concluir que a água dos bebedouros do campus universitário está apta para consumo humano. Apesar das limitações no laboratório foi possível realizar as análises de turbidez, pH, cloreto e sódio para ser feita uma comparação com o padrão de potabilidade.

Em relação aos parâmetros físicos, a turbidez esteve em conformidade em todas as amostras analisadas quando comparadas com o estabelecido pela Portaria nº 2914/2011 do MS.

Quanto aos parâmetros químicos, os valores encontrados para o pH desses oito bebedouros estão entre o intervalo permitido da Portaria nº 2914/2011 do MS. As concentrações de cloreto e sódio também estão de acordo, pois os valores encontrados são inferiores ao máximo determinado pelo padrão de potabilidade.

Logo, verifica-se que, de acordo com esses parâmetros, a água consumida pelos estudantes da UFERSA – Campus Caraúbas não apresenta riscos à saúde.

Em uma análise comparativa com a água mineral, pode-se afirmar que a qualidade da água disponível nos bebedouros é melhor para ser consumida. Quando analisadas as características disponíveis no rótulo das águas comercializadas de marcas A, B e C, os valores de pH ficaram abaixo do mínimo estabelecido pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, tornando a água muito ácida.

Foi verificado também que a água dos bebedouros possui condutividade elétrica superior à encontrada nas águas minerais. Mas isso não irá contribuir na sua qualidade, pois a baixa condutividade só irá influenciar em tubulações metálicas e as garrafas de água mineral são feitas de polietileno tereftalato (PET).

Neste caso, constatou-se que a água disponível para consumo nos bebedouros da UFRSA – Campus Caraúbas apresentou resultados satisfatórios e coerentes com o padrão de qualidade exigido na Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde. Os resultados também revelam que sua utilização para consumo é mais recomendada do que a água mineral, visto que nem todos os parâmetros da água mineral apresentaram conformidade com o padrão de potabilidade.

Por fim, como sugestão de trabalhos futuros, seria interessante uma análise e um monitoramento dos parâmetros microbiológicos para garantir a qualidade dessa água e certificar que não haja riscos de contaminação.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Atlas Brasil: Abastecimento urbano de água**, 2015. Disponível em:

<<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/Geral.aspx?est=19>>. Acesso em: 22 outubro. 2018.

BARBOSA-DANIEL, M. H.; CABRAL, A. R. A Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua) e os Objetivos do Desenvolvimento do Milênio (ODM). **Caderno de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, 10(4): 487-492, 2011.

BRASIL. **Aparelho de Fornecimento de água Para Consumo Humano Com Refrigeração Incorporada**: Requisitos de desempenho. Brasília, 2013.

BRASIL. IBGE. **Censo Demográfico**, 2018. Disponível em:

<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/caraubas/panorama>>. Acesso em: 28 outubro. 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914/2011. **Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância a qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.** Diário Oficial da União, 21 Dez 2011.

BRASIL. Portaria nº 334, de 22 de junho de 2014. **Regulamento Técnico da Qualidade Para Equipamentos Para Consumo de água.** Rio de Janeiro, 2014.

CAERN. **Caern trabalha em Caraúbas para melhorar abastecimento e fazer novas ligações.** Disponível em:
<<http://www.caern.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=84060&ACT=&PA>>
Acesso em: 22 outubro. 2018.

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO RIO GRANDE DO NORTE (Rio Grande do Norte). **Relatório anual:** Qualidade da água. 2018. Disponível em:
<<http://www.adcon.rn.gov.br/ACERVO/caern/DOC/DOC000000000172768.PDF>>.
Acesso em: 17 fev. 2019

FORMAGGIA, D. M. E. Uma breve história do Programa de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo humano no Estado de São Paulo. **FalaSEVISA**, São Paulo, n01, 2007.

FREITAS, M.B.; FREITAS, C.M. A vigilância da qualidade da água para consumo humano: desafios e perspectivas para o Sistema Único de Saúde. Rev. Ciência & Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 10, n. 4, p. 993-1004, out./dez. 2005.

FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE. **Manual do Saneamento.** 3 ed. rev. Brasília: Ministério da Saúde/FUNASA, 2007.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano**, 2 ed. rev e atual. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010.

LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento da água, 3 ed. Campinas, SP: Editora Átomo, 2010.

MELO, R. A. **Qualidade físico-química e microbiológica da água fornecida em bebedouros de escolas municipais em Cabedelo - PB.** 2016. 93 f. Dissertação

(Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016.

MIRANDA, L. J. C. **Diagnóstico da gestão de águas urbanas da cidade de Caraúbas/RN**. 2017. 82 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caraúbas, 2017.

PEZZARINO, R. S. **Avaliação da Qualidade da Água Utilizada nos Distritos de Campos de Goytacazes**, RJ. Dissertação apresentada (Mestrado em Engenharia Ambiental) IFF Campus Campos-Centro, Campos de Goytacazes, RJ, 2010.

PHILIPPI JR., A. **Saneamento, Saúde e Ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2005.

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

RICHTER, C. A.; NETTO, J. M. A., **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. São Paulo: Blucher, 1991

VON SPERLING, M. **Introdução À Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. Belo Horizonte: Ufmg, 2018.