



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL**

**IZABELLE DA SILVA FELIX**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE QUANTO A PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS  
DA ÁGUA DISPONÍVEL PARA CONSUMO EM ESCOLA PÚBLICA DE  
MASSARANDUBA/PB**

**CAMPINA GRANDE  
2022**

IZABELLE DA SILVA FELIX

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE QUANTO A PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA  
ÁGUA DISPONÍVEL PARA CONSUMO EM ESCOLA PÚBLICA DE  
MASSARANDUBA/PB

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo)  
apresentado à Coordenação do Curso de  
Química Industrial da Universidade  
Estadual da Paraíba, como requisito  
parcial à obtenção do título de Bacharel  
em Química Industrial.

**Orientadora:** Prof. Dra. Verônica Evangelista de Lima Emerich.

**CAMPINA GRANDE**  
**2022**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

F316p Felix, Izabelle da Silva.  
Avaliação da qualidade quanto a parâmetros físico-químicos da água disponível para consumo em escola pública de Massaranduba/PB [manuscrito] / Izabelle da Silva Felix. - 2022.  
26 p.  
  
Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2022.  
"Orientação : Profa. Dra. Verônica Evangelista de Lima Emerich, Coordenação do Curso de Química Industrial - CCT."  
1. Qualidade da água. 2. Potabilidade. 3. Escola pública. 4. Recurso hídrico. I. Título  
  
21. ed. CDD 628.162

Elaborada por Deivid A. M. Neves - CRB - 15/899

BC/UEPB

IZABELLE DA SILVA FELIX

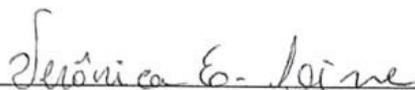
IZABELLE DA SILVA FELIX

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE QUANTO A PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA  
ÁGUA DISPONÍVEL PARA CONSUMO EM ESCOLA PÚBLICA DE  
MASSARANDUBA/PB

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo)  
apresentado à Coordenação do Curso de  
Química Industrial da Universidade  
Estadual da Paraíba, como requisito  
parcial à obtenção do título de Bacharel  
em Química Industrial.

Aprovada em: 19/09/2022

**BANCA EXAMINADORA**



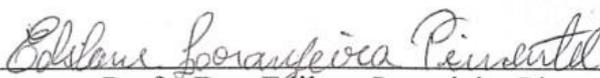
---

Prof. Dra. Verônica Evangelista de Lima Emerich (Orientadora)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



---

Prof. Dra. Soraya Alves de Moraes  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



---

Profa. Dra. Edilane Laranjeira Pimentel  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

DEDICO

A Deus, a minha avó (in memoriam), aos meus pais, pela dedicação, incentivo e cuidado.

“Talvez não tenhamos conseguido fazer o melhor,  
mas lutamos para que o melhor fosse feito.”  
Martin Luther King

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2 A QUALIDADE DA ÁGUA EM BAIXA DISPONIBILIDADE.....</b>	<b>8</b>
<b>3 TRATAMENTO DA ÁGUA COMO REQUISITO DE QUALIDADE .....</b>	<b>10</b>
<b>4 PARÂMETROS DA POTABILIDADE DA ÁGUA.....</b>	<b>11</b>
4.1 Alcalinidade.....	12
4.2 Condutividade.....	12
4.3 Cloreto .....	12
4.4 Cor.....	12
4.5 Dureza Total.....	13
4.6 Potencial Hidrogeniônico (pH).....	13
4.7 Turbidez .....	14
4.8 Parâmetros microbiológicos .....	14
<b>5 METODOLOGIA.....</b>	<b>15</b>
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>15</b>
6.1 Palestra sobre a importância da água.....	16
6.2 Avaliação qualitativa da água coletada .....	17
6.3 Resultado das análises da água do Bebedouro.....	18
6.4 Resultados das análises da água da Cozinha.....	18
6.5 Resultado das análises da água da Cisterna.....	20
6.6 Resultados gerais comparativos .....	21
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>22</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>23</b>
<b>AGRADECIMENTOS .....</b>	<b>25</b>

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE QUANTO A PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS  
DA ÁGUA DISPONÍVEL PARA CONSUMO EM ESCOLA PÚBLICA DE  
MASSARANDUBA/PB**

**QUALITY ASSESSMENT REGARDING PHYSICAL-CHEMICAL PARAMETERS  
OF THE WATER AVAILABLE FOR CONSUMPTION IN PUBLIC SCHOOL OF  
MASSARANDUBA/PB**

Izabelle da Silva Felix<sup>1</sup>

**RESUMO**

Diante de todos os problemas hídricos enfrentados, grande parte da população mundial sofre com situações relacionadas ao abastecimento. Em consequência da escassez, muitos não possuem sequer acesso à água tratada ou, em outros casos, o tratamento é precário e não atende a todos os parâmetros de potabilidade definidos pelo Ministério da saúde. Como resultado, a população de cidades menores e sem infraestrutura passa por grandes dificuldades e acaba utilizando fontes alternativas de água, sem garantias de qualidade apropriada ao consumo humano por não possuir qualquer tipo de tratamento. Ciente de todos esses obstáculos e defendendo a importância de utilizar uma água adequada para as demandas humanas, esse trabalho tem como objetivo avaliar por meio de análises físico-químicas a qualidade da água consumida pela comunidade escolar na cidade de Massaranduba-PB. A metodologia foi desenvolvida nas seguintes etapas: visita inicial para reconhecimento do ambiente escolar, visita sequencial para interação com os estudantes por meio de palestra participativa na temática “qualidade de água”, coleta de amostras de água em locais previamente identificados (bebedouro, cozinha e cisterna), realização das análises químicas e físico-químicas nos laboratórios da UEPB e, por fim, consolidação dos resultados por comparação dos valores determinados com as normativas vigentes. Em termos qualitativos, pôde-se verificar que as amostras coletadas na escola não apresentam odor, mas a presença de precipitação é um aspecto que denuncia contaminação e o relato da comunidade acusa que a água recebida do sistema de abastecimento tem sabor desagradável, impeditivo à ingestão. As análises físico-químicas mostraram conformidade com requisitos de potabilidade para grande parte dos parâmetros analisados, a exceção da quantidade de cloretos e a dureza total que apresentaram valores bem acima do esperado. Como considerações finais, é importante destacar a responsabilidade do poder público em garantir a qualidade da água disponibilizada na rede de distribuição. Especificamente nas Escolas, o público envolvido é formado majoritariamente por crianças e adolescentes, cujo desenvolvimento saudável depende da oferta regular de água tratada em qualidade e quantidade suficientes, fator também interligado à prontidão para a aprendizagem.

**Palavras-Chave:** Qualidade da água; Potabilidade; Escola pública.

**ABSTRACT**

Faced with all the water problems faced, a large part of the world population suffers from situations related to supply. As a result of the scarcity, many do not even have access to treated water or, in other cases, the treatment is precarious and does not meet all the potability parameters defined by the Ministry of Health. As a result, the population of smaller cities and without infrastructure goes through great difficulties and ends up using alternative sources of

---

<sup>1</sup> Graduanda de Química Industrial, e-mail: felixarquivos87@gmail.com

water, without adequate quality guarantees for human consumption because it does not have any type of treatment. Aware of all these obstacles and defending the importance of using adequate water for human demands, this work aims to evaluate, through physical-chemical analysis, the quality of water consumed by the school community in the city of Massaranduba-PB. The methodology was developed in the following stages: initial visit to recognize the school environment, sequential visit to interact with students through a participatory lecture on the theme "water quality", collection of water samples in previously identified places (water fountain, kitchen and cistern), carrying out chemical and physical-chemical analyzes in the UEPB laboratories and, finally, consolidating the results by comparing the values determined with the regulations in force. In qualitative terms, it was possible to verify that the samples collected at the school do not have an odor, but the presence of precipitation is an aspect that denounces contamination and the community report accuses that the water received from the supply system has an unpleasant taste, preventing ingestion. . The physical-chemical analyzes showed compliance with potability requirements for most of the analyzed parameters, with the exception of the amount of chlorides and the total hardness, which presented values well above the expected. As final considerations, it is important to highlight the responsibility of the public power to guarantee the quality of the water available in the distribution network. Specifically in Schools, the public involved is made up mostly of children and adolescents, whose healthy development depends on the regular supply of treated water in sufficient quality and quantity, a factor also linked to readiness for learning.

**Keywords:** Water quality; Potability; Public school.

## 1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que a água é essencial para a vida humana, animal e para diversas atividades do cotidiano. Apesar de ser um elemento abundante na natureza, atualmente, sua maior parte se encontra inapropriada para o consumo. Cerca de 97% é salgada e a maior parte que poderia ser consumida encontra-se presa nas geleiras.

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2021), aproximadamente 97% deste recurso encontra-se nos oceanos; 2,14% nas camadas de gelo e os 0,6% nos rios, lagos e águas subterrâneas.

A água é uma riqueza natural, fundamental para os ecossistemas da natureza, e importante para a absorção de nutrientes do solo pelas plantas. Mas infelizmente, este recurso encontra-se cada vez mais limitado e exaurido pelas ações impactantes do homem nas bacias hidrográficas, degradando a sua qualidade e prejudicando os ecossistemas (PAZ et al, 2000).

Devido à própria ação humana, problemas de origem hídrica vêm aumentando cada vez mais, gerando grandes consequências para o planeta nos próximos anos. Além disso, algumas regiões sofrem com o processo de estiagem, aumentando também o problema referente à escassez em algumas épocas do ano.

No Brasil, a região Nordeste é a que mais padece com as consequências da estiagem prolongada, chegando até a afetar a economia, visto que boa parte da população vive da agricultura e com a falta de recurso hídrico, essa prática fica impossibilitada. Além disso, afeta a garantia básica de acesso a uma água tratada e de qualidade em regiões mais carentes. Muitas vezes sendo necessário percorrer longas distâncias em busca desse recurso, que na maioria das vezes é encontrado em condições inapropriadas para o consumo, suja e contaminada. Gerando com isso, um alto índice de doenças de veiculação hídricas, capazes de levar até a morte. (SUDENE, 2021).

Outra situação bastante comum ocorre em localidades que possuem uma companhia responsável para o abastecimento, mas o tratamento é realizado parcialmente, não removendo totalmente os contaminantes. Esse ciclo de contaminação pode ter origem desde o reservatório, onde podem ocorrer despejos de poluentes químicos e/ou físicos. Ou, até mesmo durante a captação da água até o direcionamento para a central de tratamento. Esse tipo de contaminação

estaria associado a má condição de higiene da tubulação, como também a falta da manutenção preventiva nesses tubos de transporte da água.

Diante de todos esses fatores, o serviço de água tratada e de esgoto é condição determinante para a saúde e bem-estar da população. O serviço de saneamento básico pode ser considerado essencial à vida (PEREIRA, 2022).

O processo de tratamento da água é indispensável para um consumo adequado e de qualidade. Dessa forma, os parâmetros necessários para atingir a condição de portabilidade são descritos pelo Ministério da Saúde, que é o órgão de referência responsável pela manutenção e preservação dos recursos hídricos. A manutenção é de extrema importância para a conservação dos mananciais. Em decorrência de toda ação humana, buscar medidas para evitar problemas maiores é primordial para as futuras gerações. Principalmente se tratando da água utilizada para o consumo humano, visto que irregularidades deixam a população mais propícia a adquirir doenças de origem hídrica, que afetam mais intensamente a parte mais vulnerável da população, podendo vir a ser um problema de saúde pública. (BEZERRA, 2015)

As melhorias no serviço público no abastecimento de água para o consumo humano é um fator relevante para os gestores do sistema público, visto que, se faz necessário garantir que a água destinada ao consumo esteja dentro dos padrões de potabilidade. No Brasil a vigilância da qualidade da água para consumo humano é uma atribuição do setor de saúde estabelecida desde 1977.

Para a caracterização de uma água de qualidade, é necessário o enquadramento dentro dos parâmetros de potabilidade, definidos em físicos, químicos e microbiológicos, conforme ordenados na Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, do Ministério da Saúde que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2022).

Atualmente, a legislação relativa ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano, exige um monitoramento sistemático para água tanto dos sistemas públicos como das soluções alternativas coletivas.

Partindo de todas essas problemáticas e ciente da importância da disponibilidade de água tratada como condição indispensável para a saúde e bem-estar da população em geral, esse trabalho foi desenvolvido. O objetivo geral foi direcionado ao estudo da situação hídrica e avaliação quanto aos parâmetros físico-químicos da qualidade da água dispensada pela rede de abastecimento e utilizada em todas as demandas de uma escola pública, localizada na cidade de Massaranduba, estado da Paraíba.

## **2 A QUALIDADE DA ÁGUA EM BAIXA DISPONIBILIDADE**

Sendo um dos maiores problemas em relação à água, a escassez atinge todo o planeta, mas se agrava em regiões semiáridas. Toda situação pode ser causada pelo baixo índice de chuva, por período prolongado de estiagem ou poluição. Sendo esse um obstáculo preocupante para as próximas gerações.

Com características específicas, a região semiárida do Brasil apresenta altas temperaturas na maior parte do ano em decorrência da baixa umidade do ar, além de longos períodos de estiagem, com chuvas escassas e mal distribuídas e baixo índice pluviométrico. (MENDONÇA, 2019). Assim, como apresentado na Figura 1, essa região abrange boa parte da região nordeste e parte do norte do estado de Minas Gerais.

**Figura 1** - Municípios inseridos na Delimitação do Semiárido



Fonte: SUDENE, 2021 .

De acordo com o levantamento feito pela Sudene em 2021, o semiárido Brasileiro é composto por 1.427 municípios, dos estados do Maranhão (16), Piauí (215), Ceará (171), Rio Grande do Norte (141), Paraíba (188), Pernambuco (137), Alagoas (38), Sergipe (23), Bahia (283), Minas Gerais (209) e Espírito Santo (6). Os critérios para delimitação do Semiárido foram aprovados pelas Resoluções do Conselho Deliberativo da Sudene.

No Brasil, o Nordeste é a região que mais possui problemas em decorrência da escassez. Onde, vive cerca 30% da população e possui somente 5% da água doce. Além disso, apresenta reduzidos índices de chuva e uma grande desproporção entre o período chuvoso e o de seca. O índice populacional, a agricultura e o desmatamento são fatores que provocam a diminuição da água disponível, e em decorrência disso, a escassez da água de qualidade (SILVA et al 2018; AUGUSTO et al, 2012).

Todos esses problemas ocasionam uma série de consequências. Entre eles o consumo de água fora dos padrões de potabilidade e contaminadas. Que geralmente se dão em decorrência do mau armazenamento e da busca por soluções alternativas em locais inadequados.

Essas soluções alternativas são bastantes utilizadas em lugares onde existe uma certa dificuldade em relação ao abastecimento de água e ao acesso ao saneamento básico, como também, ao tratamento de água de qualidade. Onde, se faz como único recurso, a utilização de águas com origens desconhecidas, sejam através de poços, rios, açudes ou qualquer reserva de armazenamento. Devido a esses e outros fatores, o índice de doenças hídricas em lugares com essas necessidades se torna muito grande, conforme comprovado em diversas publicações, a exemplo dos trabalhos de Oliveira (2011), Nogueira (2013), Yasui (2015) e Aguila (2020) desenvolvidos em regiões distintas do Brasil.

É importante salientar que a grande incidência de doenças de veiculação hídrica representa um grave problema de saúde pública em locais nos quais são consumidas águas não tratadas. As infecções bacterianas tornam-se corriqueiras, visto que há um consumo direto de água *in natura* captada em nascentes, poços ou outras fontes que não são armazenadas de forma adequada e possuem fontes de contaminações próximas (FIM, 2018).

### 3 TRATAMENTO DA ÁGUA COMO REQUISITO DE QUALIDADE

Essencial, preciosa e muito utilizada para o consumo humano, a água é indispensável à vida. Apesar da grande quantidade presente no planeta, apenas 3% estão acessíveis a captação para o tratamento, onde, 2% estão em locais de difícil acesso, tornando apenas 1% passivo de captação. Por esses fatores, a importância da preservação e necessidade de um consumo consciente (TUNDISI, 2013).

Após a captação a água é direcionada a uma estação de tratamento, a ETA, onde é feito todo o processo de tratamento até que se alcance os parâmetros de potabilidade determinados pelo Ministério da Saúde para o consumo humano.

O processo de tratamento tem como principal objetivo a remoção de partículas suspensas, variando desde suspensões grosseiras até coloides, a remoção da matéria orgânica dissolvida e a destruição de organismos patogênicos, podendo sofrer variação de acordo com os parâmetros desejados para determinada amostra.

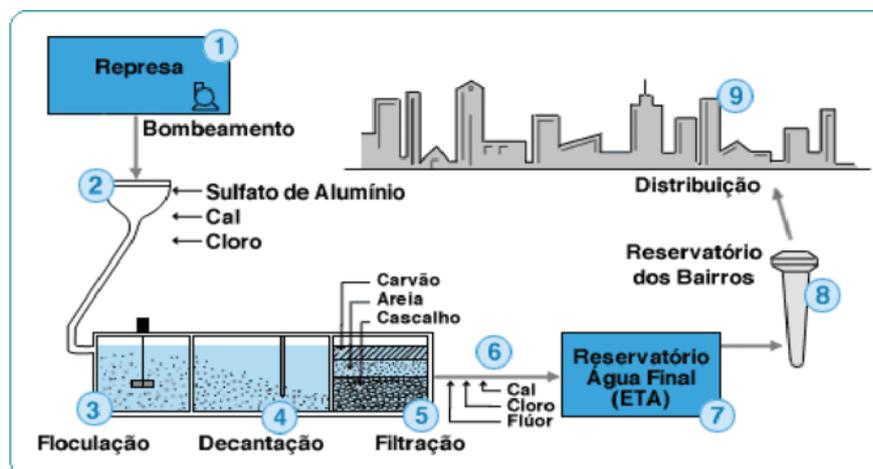
A qualidade de água é avaliada dentro de um conjunto de parâmetros, através de análises físicas, químicas e biológicas. Cada parâmetro tem um papel fundamental na conclusão do estudo da qualidade de água para o consumo humano. As análises físico químicas determinam de modo preciso e explícito características da amostra a ser analisada, sendo assim muito importantes para avaliar a qualidade da água. Os parâmetros físicos abrangem desde a temperatura até a análise de sólidos suspensos e dissolvidos diretamente ligados ao tratamento da água (SILVEIRA, 2017)

Para que todo esse processo seja concretizado a água captada necessita passar por algumas etapas dentro da estação de tratamento, de forma a alcançar todos os parâmetros de modo a fornecer uma água apropriada e livre de contaminantes para o consumo. Essas etapas são as denominadas operações unitárias e é compreendida pelas seguintes fases:

- **Captação:** Processo de coleta, onde é utilizado um sistema de grades capaz de reter elementos de nível macroscópico.
- **Coagulação:** Nesse processo é realizado uma mistura rápida visando a formação de coágulos, através de coagulantes químicos, geralmente sulfato de alumínio, com o intuito de desestabilizar as partículas dispersas presentes e facilitar o processo de floculação.
- **Floculação:** Visa favorecer a união das partículas de sujeiras, por meio de uma lenta agitação, tornando possível a formação dos flocos.
- **Decantação:** É um processo natural, realizado através da força gravitacional. Onde a água permanece em estado de repouso por algumas horas de modo que as partículas que foram postas em agitação nos processos anteriores possam vir a sedimentar, ocorrendo a separação desses flocos e da água que é direcionada à próxima etapa.
- **Filtração:** Nesta etapa a água passa por filtros formados por carvão, areia e pedras de variados tamanhos. O intuito é remover as partículas residuais que não foram retidas no processo de decantação. Nesse processo é possível reverter falhas tidas nos processos anteriores, sendo ele a função mais relevante do tratamento
- **Desinfecção:** Nessa etapa se faz necessário o uso de agentes físicos e químicos. É nesse processo que são feitos os ajustes quanto aos parâmetros de potabilidade da água e a destruição dos microrganismos patogênicos presentes. Nesse processo é utilizado o cloro como agente desinfetante. Essa adição é feita de forma calculada previamente para que sua concentração final na água seja adequada e assegure a desinfecção
- **Fluoretação:** Essa é a etapa final até que a água seja direcionada ao reservatório de abastecimento. Aqui é feita a adição do íon fluoreto, que tem como intuito a prevenção de formação de cárie dentária. Essa adição deve ser feita em uma concentração de até 1,2 mg/L, pois em concentrações maiores pode vir a causar manchas amareladas nos dentes.

Na Figura 2 pode-se observar o funcionamento de uma estação de tratamento e todas as suas etapas.

**Figura 2** - Processo de estação de tratamento.



Fonte: SABESP, 2022.

Apesar da realização de todo esse processo, em alguns casos, ainda é possível verificar irregularidades e divergências quando comparados com os permitidos pela portaria do Ministério da Saúde. Locais de armazenamentos inapropriados propícios à contaminação e tubulações irregulares são fatores que podem alterar os parâmetros de uma água de qualidade mesmo após o tratamento.

#### 4 PARÂMETROS DA POTABILIDADE DA ÁGUA

Para que uma água seja considerada potável e apropriada para o consumo humano, deve se encaixar dentro dos parâmetros estabelecidos pela Portaria do Ministério da Saúde de nº 888, de 4 de maio de 2021. Esses parâmetros seguem um padrão de valores permitidos de modo que a água tratada esteja dentro dos limites estabelecidos e não traga danos à saúde humana.

Na Tabela 1 estão apresentados os valores permitidos pela portaria vigente de cada parâmetro físico químico realizados na análise deste trabalho e em seguida a importância e definições sobre cada parâmetro utilizado neste trabalho.

**Tabela 1** - Valores de referência dos parâmetros físico-químicos de potabilidade.

PARÂMETRO	VMP
CLORETO	250 mg/L
DUREZA TOTAL	500 mg/L
COR	15 uH
TURBIDEZ	5 uT
CONDUTIVIDADE	10 - 1000 $\mu$ S cm <sup>-1</sup>
pH	6,0 - 9,0
ALCALINIDADE	80-120 ppm

Fonte: Portaria do GM/MS nº 888/2021 (BRASIL, 2021).

## 4.1 Alcalinidade

A alcalinidade representa a quantidade de íons na água que são usados para neutralizar os íons de hidrogênio. É a capacidade que um sistema aquoso tem para neutralizar ácidos fortes. A alcalinidade indica quanto ácido a solução pode absorver sem alterar o pH. Para determinar a alcalinidade total de uma água é realizado a soma das concentrações de hidróxidos ( $\text{OH}^-$ ), carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e bicarbonatos ( $\text{HCCO}_3^-$ ) que é expressa em termos de Carbonato de Cálcio.

A presença da alcalinidade é de suma importância na etapa de floculação da água, pois os coagulantes presentes precisam de um teor mínimo presente para que haja a formação de flocos. Em águas que não existem um mínimo de alcalinidade se faz o uso de agentes alcalinizantes, a exemplo de sódio e carbonato de sódio. A Alcalinidade vem a ser expressa por mg/L ou ppm de  $\text{CaCO}_3$ .

## 4.2 Condutividade

Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente. Dessa forma, quanto maior a quantidade de íons dissolvidos, como os cloretos, sulfatos, potássio, sódio, cálcio e magnésio, maior a condutividade dessa água. A condutividade elétrica é o parâmetro utilizado para medir a capacidade da água de conduzir eletricidade. Ela é medida com o auxílio de um aparelho chamado condutímetro, e a unidade de medida mais utilizada é a  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (microsiemens por centímetro).

## 4.3 Cloreto

O cloreto é um parâmetro que obrigatoriamente deve estar presente no tratamento da água, visto que essa substância é utilizada para eliminar outros microrganismos presentes. É recomendado que o valor máximo permitido presente dessa substância em água de abastecimento seja considerado, visto que, uma concentração maior pode vir a gerar um gosto salino na água, além de agravos à saúde pela toxicidade do cloro, deixando o produto inapropriado para o consumo humano.

Situação diversa, estando o teor de cloretos muito inferior ao limite de potabilidade, há um risco real de contaminação da água no transcurso entre a estação de tratamento e o consumidor final, por contato com microrganismos na rede de distribuição.

De acordo com a Portaria de nº 888/2021 do Ministério da Saúde, está estabelecido como valor máximo para o teor de cloretos, uma quantidade de 250 mg/L para a água potável, de forma que, apenas através do processo de desmineralização seja possível fazer a remoção dos cloretos, onde por métodos tradicionais não é obtida a remoção (BRASIL, 2021).

## 4.4 Cor

A cor é o parâmetro responsável pela presença de substâncias dissolvidas na água, sendo assim, é um parâmetro de aspecto estético de aceitação ou rejeição. Em termos qualitativos, a presença de cor na água, representa também um risco de contaminação seja pela presença de substâncias poluentes ou microrganismos que, de igual forma, tornam desaconselhável o consumo direto. Essa determinação é feita por comparativo visual com soluções de cloroplatinato de cobalto ou com discos de cor semelhantes a essa solução. Podendo ser definida de duas formas: Cor verdadeira e cor aparente.

- A cor verdadeira se refere à determinação de cor em amostras sem turbidez (Ex: após filtração ou centrifugação).
- E a cor aparente se refere à determinação de cor em amostras com turbidez (com material coloidal ou em suspensão).

De acordo com a Portaria 888/2021 do Ministério da Saúde, fica estabelecido para cor aparente um Valor Máximo Permitido de 15uH como padrão de aceitação para consumo humano (BRASIL, 2021).

#### 4.5 Dureza Total

Os sólidos totais dissolvidos, analisados geralmente pela quantidade dos sais minerais de cálcio e magnésio presentes na água, é o que se define por Dureza Total da água. De modo que, quanto maior a quantidade presente desses sais dissolvidos, maior a dureza da água.

A dureza pode ser classificada como dureza carbonato e dureza não carbonato, definidas respectivamente como temporária e permanente. A dureza temporária tem como consequência a redução da forma de dureza através do aquecimento da água, é o tipo de dureza causada pela presença de minerais e bicarbonato dissolvidos. Já a dureza permanente é causada pela presença de minerais de sulfato e cloreto dissolvidos na água. Diferentemente da dureza temporária, essa se torna mais solúvel conforme a temperatura da água sobe. Podendo ser reduzida apenas com o uso de desmineralizadores e osmose reversa.

De acordo com a Portaria 888/2021 do Ministério da Saúde, é recomendado que o teor máximo de dureza permitido para água potável seria no valor de 300 mg/L em unidade de ppm de carbonato de cálcio (BRASIL, 2021).

Para fins industriais, a dureza da água deve ser rigorosamente avaliada, visto que em concentrações maiores que 100 mg/L já é capaz de trazer problemas inconvenientes e provocar corrosão e incrustações de partículas nos equipamentos utilizados na fabricação. Apesar de não se ter estudos científicos conclusivos relacionando a dureza da água com problemas de saúde humana, existem indícios de que o consumo de água dura possa causar uma maior incidência de casos de cálculo renal, além de não saciar a sede e podendo ter efeito laxativo (WHO, 2011).

Na Tabela 2, está apresentada a denominação do tipo de dureza de acordo com a unidade de mg/L de CaCO<sub>3</sub> determinada na água.

**Tabela 2** - Classificação da água quanto a dureza.

CLASSIFICAÇÃO	DUREZA
Água Mole	< 50 mg/L de CaCO <sub>3</sub>
Dureza Moderada	Entre 50 mg/L de CaCO <sub>3</sub> e 150 mg/L de CaCO <sub>3</sub>
Água Dura	Entre 150 mg/L de CaCO <sub>3</sub> e 300 mg/L de CaCO <sub>3</sub>
Água Muito Dura	< 300 mg/L

Fonte: BRASIL, 2006.

É importante destacar que, embora não haja um nível mínimo oficial de dureza para a água potável, o ideal para consumo é água com dureza entre 50 até 150 mg/L, abaixo desse valor, corre-se o risco de não ingerir a quantidade essencial de minerais necessários ao organismo.

#### 4.6 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH é o potencial hidrogeniônico, representado pela concentração de íons H<sup>+</sup> presentes na água. E por meio do pH que se verifica se água se enquadra como: ácida em parâmetros de

0 a 7 e alcalina de 7 a 14. A água pura deve apresentar pH 7, correspondente a neutro, contudo os mananciais podem se apresentar levemente ácidos ou alcalinos devido a diversos fatores como variações naturais do tipo de rochas e solos do leito ou presença de plantas em contato com a água.

De acordo com a Portaria 888/2021 do Ministério da Saúde, é recomendado que o pH da água esteja na faixa de 6,0 a 9,5 no sistema de distribuição de água potável (BRASIL, 2021). A detecção de valores de pH significativamente fora da faixa de conformidade aponta para contaminação da água, seja por decomposição de matéria orgânica, com liberação de CO<sub>2</sub> e consequente formação de ácido carbônico, diminuindo o pH, ou por contato com agentes poluentes, decorrentes das atividades humanas. Qualquer que seja o caso, a inadequação compromete a qualidade e representa um risco à saúde do consumidor.

#### **4.7 Turbidez**

Assim como a cor, a turbidez é um parâmetro físico que possui aspecto estético de aceitação ou rejeição do produto. Visivelmente conseguimos ver quando a água se encontra mais turva, isso se dá devido a presença de partículas coloidais ou em suspensão. Além disso, ele também é um parâmetro indicador da presença de substâncias orgânicas ou inorgânicas, plâncton e algas, esses indicadores são analisados como forma de evitar o risco de entupimento de tubulações com essas substâncias. Apesar de não ser um parâmetro patogênico, sua presença em grande quantidade pode indicar a possibilidade da existência de microrganismos patogênicos que são responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica

De acordo com a Portaria de nº 888/2021 do Ministério da Saúde, os valores permitidos para turbidez são de 1,0 uT para água subterrâneas, 0,5 uT para água de filtração direta e 1,0 uT para água de filtração lenta e o valor máximo permitido de turbidez na água distribuída é de 5,0 uT (BRASIL, 2021).

#### **4.8 Parâmetros microbiológicos**

As análises microbiológicas são responsáveis por detectar a presença ou ausência de microrganismos patogênicos que causam doenças e estão presentes em águas que não se enquadram dentro do parâmetro de potabilidade. Essa contaminação pode se dar através de fluidos corporais humanos e animais, como também por esgotos sanitários. Por esses fatores, a importância da realização dessas análises, como forma de prevenir o consumo de água contaminada (BRASIL, 2021).

Confirmada a presença de microrganismos patogênicos em determinada amostra a mesma é tida como inapropriada ao consumo humano, devido aos riscos de transmissão de doenças de veiculação hídrica. É essencial manter uma análise rotineira em águas consideradas potáveis, para que seja confirmado a ausência desses microrganismos, visto que, a contaminação de águas residuais acontece e pode trazer problemas (MACÊDO, 2003).

Para que a água seja considerada potável do ponto de vista microbiológico, tem que estar livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal e livre de microrganismos patogênicos. São tradicionalmente aceitos como indicadores de contaminação fecal, um grupo de bactérias denominadas coliformes, sendo o *Escherichia coli* considerado o principal representante desse conjunto de bactérias

Esse grupo de bactéria é denominado de grupo coliforme como “bacilos gram-negativos”, em forma de bastonetes, aeróbios ou anaeróbios facultativos. Para chegar a conclusão da presença, ou não, dessas bactérias são realizadas técnicas de diversas formas, seguida do armazenamento em estufas, com temperaturas que podem variar, a depender da técnica que vai ser utilizada. Através dessas técnicas e com o surgimento de gás após o período de repouso em estufa, podemos identificar que a água analisada não está adequada para consumo, ou seja, não atingiu as normas de potabilidade.

## 5 METODOLOGIA

O campo de pesquisa para realização deste trabalho foi uma Escola Pública localizada no município de Massaranduba, no agreste paraibano. As atividades desenvolvidas foram divididas em etapas: visita inicial para reconhecimento do ambiente escolar, visita sequencial para interação com os estudantes por meio de palestra participativa na temática “qualidade de água”, coleta de amostras de água em locais previamente identificados (bebedouro, cozinha e cisterna), realização das análises químicas e físico-químicas nos laboratórios da UEPB e, por fim, consolidação dos resultados por comparação dos valores determinados com a normativa para água potável, Portaria 888/ 2021 do Ministério da Saúde.

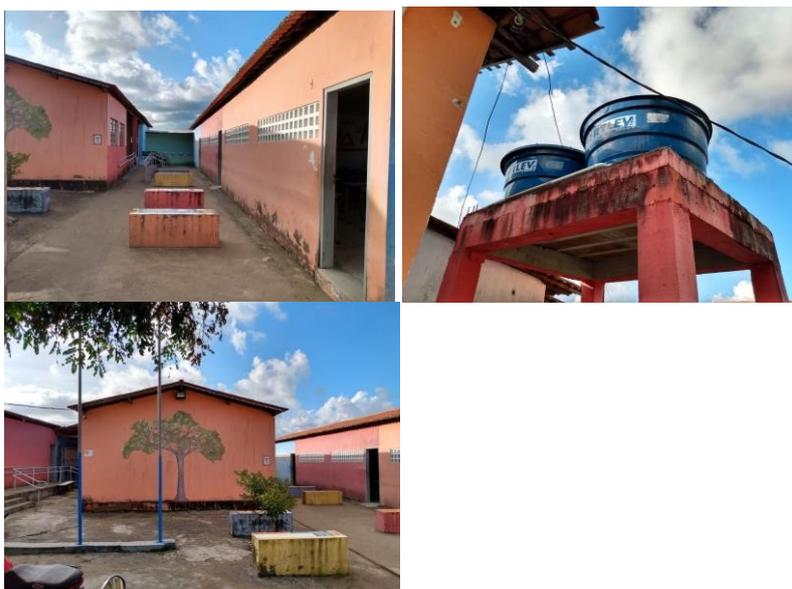
Para análise da água foram utilizados métodos clássicos de titulometria com EDTA para determinação da Dureza, titulometria com solução padrão de ácido sulfúrico, usando indicador de Fenolftaleína e Metilorange, para determinação da Alcalinidade da água, determinação de cloretos pelo método titulométrico direto, com solução padrão de nitrato de prata, e metodologia instrumental, uso do condutivímetro, para verificação da condutividade elétrica da água.

O método analítico-descritivo foi o procedimento utilizado para as técnicas relativas àscoletas de informações, utilizado a observação direta extensiva.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na primeira visita foi possível conhecer e analisar todo o espaço físico da escola e verificar os locais de abastecimento e armazenamento de água. Na Figura 3 tem-se as imagens desses espaços. Pôde ser observado que a Escola possui um espaço físico amplo, embora ainda insuficiente para todas as atividades que precisa desempenhar. De modo geral, os ambientes são limpos e organizados, sem presença de animais ou outros fatores que comprometam a higiene.

**Figura 3** - Imagens da escola pública objeto das ações de avaliação da qualidade da água.



Fonte: Próprio autor, 2022.

Em conversa com a responsável e alguns funcionários foram coletadas informações acerca da disponibilidade e qualidade da água utilizada na escola. Os relatos foram de que o abastecimento de água é bem irregular, com interrupções frequentes na rede de distribuição.

Nessas ocasiões de falta d'água, conforme afirmação da diretora, as aulas são suspensas, pois a escola atua em tempo integral e não possui reserva para suprir totalmente as necessidades. As duas caixas de armazenamento vistas na Figura 3, são destinadas apenas para os banheiros. A escola dispõe também de uma grande cisterna subterrânea, com capacidade estimada em 15 mil Litros, entretanto a estrutura não fornece segurança de higienização, logo o conteúdo da cisterna só é usado para limpeza em geral.

Outro destaque importante foi o relato da interdição do único bebedouro da escola, impedido o uso como regra de restrição por causa da pandemia COVID-19 e, como também foi afirmado, porque a água não seria adequada para a ingestão direta.

É consenso entre toda a comunidade que, mesmo com o tratamento da companhia responsável pelo serviço de abastecimento público, a água do município apresenta um gosto ruim, de água salobra. A população local considera inapropriado para o consumo, porém, sendo esse o único meio de abastecimento presente na escola, aqueles que não possuem condição econômica de comprar água mineral, consomem o produto assim mesmo.

### 6.1 Palestra sobre a importância da água

Realizada a vistoria inicial das condições hídricas da escola, numa segunda visita foi promovida uma palestra na temática de escassez e qualidade da água, destinada ao corpo docente, discente e demais funcionários presentes. Na ocasião foram coletadas amostras para análise em pontos críticos, identificados na vistoria (cisterna, bebedouro e cozinha). Os momentos da palestra e da coleta de água estão registrados na Figura 4.

**Figura 4** - Imagens obtidas durante a palestra realizada na Escola e da coleta de água.



Fonte: Próprio autor, 2022.

Tendo como o objetivo a fixação das informações socializadas e o desenvolvimento de didáticas práticas com os alunos, foram demonstrados experimentos no decorrer da palestra com a participação dos estudantes na realização e no acompanhamento no processo de coleta das amostras de águas.

Durante a palestra foi abordado sobre a importância da água, sobre os problemas de escassez enfrentados atualmente quanto a esse recurso tão precioso, também foi falado sobre a necessidade de um consumo consciente como meio de preservação e cuidado.

Em seguida, as amostras coletadas seguiram ao laboratório onde seriam feitas as análises em busca de detectar possíveis inadequações nos parâmetros de potabilidade. As amostras coletadas são destinadas ao consumo dos estudantes e funcionários, para cozinhar e no caso da cisterna, como fonte de armazenamento alternativa. Apesar da escola possuir caixa

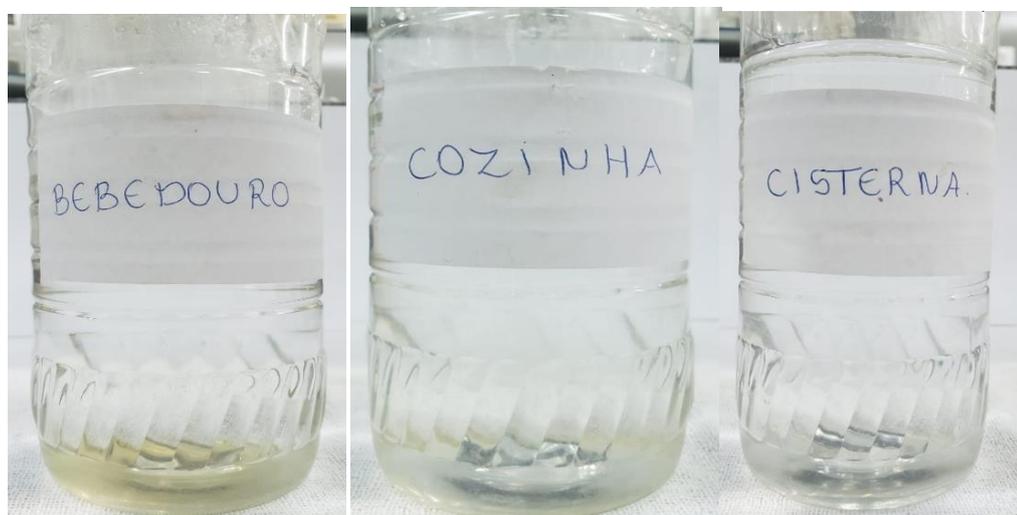
d'água, a mesma não estava instalada para o abastecimento, por isso não houve coleta nesse ponto.

## 6.2 Avaliação qualitativa da água coletada

Além das informações coletadas com as pessoas que frequentam o ambiente escolar sobre os problemas presentes na água, foi possível realizar uma análise qualitativa, visando a identificação dos constituintes perceptíveis macroscopicamente, antes da realização das análises quantitativas.

Na Figuras 5, pode-se observar as amostras coletadas do bebedouro, da cozinha e da cisterna respectivamente.

**Figura 5** - Aspecto geral das amostras coletadas.



Fonte: Próprio autor, 2022.

Visivelmente é possível verificar que a água do bebedouro apresentou um precipitado bem maior em comparação com as demais amostras, esse é um dos fatores que pode vir a ocorrer devido a sujeiras encontradas na própria tubulação, visto que, a água de todos os ambientes avaliados é proveniente da mesma origem. É importante lembrar que o bebedouro passou praticamente dois anos interditado, com isso é possível que incrustações tenham se formado no interior da tubulação e sujeiras internas ao encanamento sejam arrastadas junto com a água servida.

Na amostra da cozinha, mesmo com resquícios de precipitação o que chamou a atenção foi a quantidade de partículas suspensas que é possível comprovar na imagem aproximada das amostras, essa alteração foi evidenciada por meio das análises quantitativas. Já a amostra da cisterna, devido a estar em armazenamento, possivelmente passou pelo processo de decantação, onde as partículas que poderiam vir a ser vistas a olho nu, se encontram retidas no fundo do reservatório. Em decorrência disso, a mesma se apresenta aparentemente melhor que as outras.

Embora a inconveniência de apresentar partículas em dispersão em todas as amostras, não se detectou odor ou coloração evidente na água coletada.

## 6.3 Resultado das análises da água do Bebedouro

Inicialmente, esse bebedouro estava desativado, devido às recomendações de saúde devido a pandemia do Covid-19, o mesmo teria sido notificado e interditado por estar instalado em um local inapropriado. O mesmo é localizado no espaço entre as portas de acesso aos banheiros da escola, assim como está apresentado na Figura 6.

**Figura 6** - Vista do bebedouro, na porção central da imagem, entre as portas dos banheiros.



Fonte: Próprio autor, 2022.

Apesar de todas as ressalvas quanto ao uso, constatou-se a necessidade de liberação do bebedouro, visto que, a escola funciona em período integral e, tratando-se de uma instituição pública, a grande maioria dos alunos não teria condições de levar a própria água, ou não seria suficiente para um dia inteiro de aula, logo essa seria a única forma de fornecimento para consumo presente na escola. Por esses motivos, portanto, o bebedouro foi reativado. Inclusive, no dia em que a coleta foi realizada o mesmo já se encontrava em funcionamento.

Após a coleta foram feitas as análises, e os resultados encontrados estão descritos na Tabela 3.

**Tabela 3** - Valores obtidos na análise da amostra do bebedouro.

PARÂMETRO	VALOR OBTIDO
CLORETO	531,793 mg/L
DUREZA TOTAL	340,2958 mg/L
TURBIDEZ	5,18 uT
CONDUTIVIDADE	1275 $\mu$ S cm-1
pH	7,33
ALCALINIDADE	Não detectável

Fonte: Própria, 2022.

Os resultados encontrados na amostra coletada no bebedouro foram as que mais chamaram a atenção, principalmente por se tratar da única fonte de abastecimento direcionado ao consumo humano. Mesmo vindo diretamente da companhia responsável, assim como as

demais, alguns dos seus resultados foram um pouco mais elevados. Com isso, é possível concluir que a tubulação que armazena a água direcionada ao bebedouro está de certa forma comprometendo a qualidade da água que inicialmente já não atende a todos os parâmetros de potabilidade destinados ao tratamento de água.

#### 6.4 Resultados das análises da água da Cozinha

Vinda diretamente da companhia responsável pelo abastecimento, a água é utilizada na cozinha da escola para a lavagem e preparo dos alimentos consumidos pelos alunos e funcionários. Na Figura 8 pode-se verificar o espaço no qual a cozinha está instalada.

**Figura 8:** Imagens do espaço da cozinha.



**Fonte:** Próprio autor, 2022.

A mesma também apresentou alguns valores maiores do que os estabelecidos pela Portaria do Ministério da Saúde e estão descritos na Tabela 4.

**Tabela 4 -** Valores obtidos na análise da amostra da cozinha.

PARÂMETRO	VALOR OBTIDO
CLORETO	393,5283 mg/L
DUREZA TOTAL	252, 7197 mg/ L
TURBIDEZ	11,6 uT
CONDUTIVIDADE	969,3 $\mu$ S cm-1
pH	6,99
ALCALINIDADE	não detectável

**Fonte:** Própria, 2022.

Em comparação com as demais amostras, essa apresentou visivelmente um maior índice de turbidez, devido às partículas visíveis em suspensão, o que foi comprovado após os resultados. Também para os parâmetros de concentração de cloretos e dureza, os valores estão altos, em comparação com o que se espera para água potável. Esse resultado comprova o que foi relatado pela comunidade quanto ao sabor desagradável da água do município. É de

conhecimento científico que o excesso de cloretos e o excesso de sais dissolvidos na água conferem um sabor “salgado”, cuja característica promove rejeição ao consumo.

### 6.5 Resultado das análises da água da Cisterna

Assim como os outros dois pontos de coleta, a água armazenada na cisterna da escola também é proveniente da rede de abastecimento e armazenada como reserva de apoio para serviços gerais em dias em que o fornecimento não é realizado. A cisterna é instalada na parte inferior da cozinha como se observa na Figura 8.

**Figura 8** - Imagens da amostra da água da cisterna.



Fonte: Próprio autor, 2022.

Os resultados encontrados na análise da amostra da água da cisterna estão dispostos na Tabela 5. Devido às condições de armazenamento, essa água não é utilizada para o consumo humano, apenas nas atividades de limpeza e manutenção da escola. Por todas essas considerações, a expectativa é a baixa qualidade da água por contaminação agregada no próprio armazenamento.

**Tabela 5** - Valores obtidos na análise da amostra da cisterna

PARÂMETRO	VALOR OBTIDO
CLORETO	538,8856 mg/L
DUREZA TOTAL	368,1755 mg/ L
TURBIDEZ	1,74 uT
CONDUTIVIDADE	1321 $\mu$ S cm-1
pH	7,34
ALCALINIDADE	Não detectável

Fonte: Própria, 2022.

É bem razoável admitir que ocorra precipitação das partículas contaminantes dispersas na água em função do tempo de permanência na cisterna. Em outro aspecto, esse período de repouso também pode potencializar a proliferação de microrganismos e comprometer ainda mais a qualidade da água.

Quanto aos parâmetros físico-químicos, foi verificado que os valores encontrados nas análises da amostra da cisterna não são significativamente diferentes das demais. Como nas amostras dos outros locais, foi verificada uma alta concentração de cloretos e uma alta concentração de sais que causam dureza, entretanto a turbidez determinada foi notadamente menor. Essa diminuição da turbidez pode ser justificada pela sedimentação das partículas dispersas, como já mencionado.

Devido a isso, é importante salientar que por conta dessa sedimentação, substâncias que poderiam vir a influenciar diretamente nos resultados dessa amostra se encontram acondicionadas no interior da cisterna.

## 6.6 Resultados gerais comparativos

Na Tabela 6 é possível fazer comparativo com todos os resultados encontrados de acordo com suas respectivas amostras, com os valores médios permitidos pela Portaria do Ministério da Saúde.

**Tabela 6** - Valores obtidos nas análises realizadas.

PARÂMETRO	BEBEDOURO	COZINHA	CISTERNA	VMP
<b>CLORETO</b> (mg/L)	531,8	393,5	538,9	250
<b>DUREZA TOTAL</b> (ppm CaCO <sub>3</sub> )	340,3	252,7	368,2	300
<b>TURBIDEZ</b> (uT)	5,18	11,6	1,74	5
<b>CONDUTIVIDADE</b> ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	1275	969,3	1321	10 - 1000
<b>pH</b>	7,33	6,99	7,34	6,0 - 9,0
<b>ALCALINIDADE</b> (ppm)	Não detectável	Não detectável	Não detectável	80-120

Fonte: Própria, 2022.

Todas as amostras analisadas apresentam um índice de cloreto bem maior que o permitido pela Portaria vigente, isso pode ocorrer devido a adição de cloro no processo de tratamento da água, na etapa de desinfecção, como medida de correção de outros parâmetros, como também pelo fato de ser comum que em algumas comunidades se faça o uso de

hipoclorito ou até mesmo água sanitária, por conta própria, principalmente em águas armazenadas como é o caso da cisterna.

O valor da dureza alterado já era esperado, visto que, segundo relato das pessoas que consomem a água, a mesma possui um sabor de água salobra, ou seja, com alta concentração de sais dissolvidos. É fato comum que águas superficiais ou subterrâneas encontradas em mananciais dessa região da Paraíba tenham excesso de dureza em decorrência da composição do solo ser rica em sais.

A maior alteração de turbidez foi encontrada na amostra da cozinha, o que já era esperado devido à grande quantidade de partículas visíveis a olho nu na amostra. Esse é mais um indício de que haja alguma falha no processo de tratamento da água, ou que esteja ocorrendo contaminação no interior dos dutos, no percurso entre a estação de tratamento e as torneiras do consumidor.

O pH foi o único parâmetro que não apresentou valores fora dos limites estabelecidos para o consumo humano.

Para as três amostras a análise da Alcalinidade não resultou em valores detectáveis, ou seja, não foram encontradas alterações.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essencial à vida, a água possui parâmetros de qualidade que devem ser estudados, analisados e seguidos. Com isso, os responsáveis pelas fontes de abastecimento devem manter a qualidade do recurso, informando os usuários sobre eventuais anomalias que ofereçam risco à saúde pública.

Através dos resultados obtidos após conclusão das análises físico-químicas realizadas com as amostras coletadas, foi possível verificar que, embora a água venha diretamente da companhia responsável pelo tratamento, os valores encontrados apontam que a água ingerida e utilizada na Escola, encontra-se fora dos parâmetros estabelecidos pela Portaria de N° 888 / 2021 do Ministério da Saúde. Assim, o relato sobre o sabor desagradável, “salobro”, informado pela comunidade tem razão científica comprovada.

É importante ressaltar que os resultados obtidos nas análises físico-químicas, são apenas uma parte da caracterização para diagnóstico da qualidade e potabilidade da água. É sempre muito revelador completar a avaliação com os ensaios microbiológicos.

Nesse estudo de caso da Escola pública de Massaranduba – PB, todos os indícios apontam para uma possível inconformidade no resultado final nas análises microbiológicas. Portanto, realizar a avaliação microbiológica da água consumida na Escola é a próxima etapa a ser desenvolvida para complementação deste trabalho. Cabe esclarecer que não foi possível cumprir essa meta devido a Escola ter entrado em processo de reforma, o que vem a ser um ponto positivo, pois, a mesma passará por adequação e melhorias em seus ambientes, melhorando também os locais de armazenamento e distribuição da água ingerida e utilizada nas atividades escolares.

Atualmente, a estrutura da escola em si também acaba comprometendo a qualidade da água, visto que, a mesma não possui um local adequado para o armazenamento da água utilizada como rede de apoio em casos de não abastecimento por parte da companhia responsável. É grave também a situação do bebedouro, instalado em condições precárias e em um local totalmente inapropriado para uma fonte direta de abastecimento para o consumo humano.

Por fim, a problemática presente na escola é um tanto preocupante. O não tratamento da água, a falta de informação sobre os danos e o consumo de uma água imprópria pode impactar de forma direta a saúde humana, em alguns casos, desencadear doenças e levar até a morte. Nesse contexto, é importante destacar a responsabilidade do poder público em garantir a qualidade da água disponibilizada na rede de distribuição. Especificamente nas Escolas, o

público envolvido é formado majoritariamente por crianças e adolescentes, cujo desenvolvimento saudável depende da oferta regular de água tratada em qualidade e quantidade suficientes, fator também interligado à prontidão para a aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

AGUILA, P. S. et al. Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, p. 791-798, jul./set. 2000. - Acesso em Agosto de 2022

ANA –Agência Nacional de Águas. Cuidando das águas: **soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos / Agência Nacional de Águas**; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. -- Brasília: 2011. Disponível em: <https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/handle/ana/2489> Acesso em setembro de 2022.

AUGUSTO, L. G. et al. (2012). **O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano**. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17(6):1511-1522, 2012. - Acesso em Setembro de 2022

BEZERRA. Ewerton Bráullio Nascimento. **Avaliação da qualidade da água para consumo humano na cidade de Lagoa Seca - PB. 2015**. Trabalho de conclusão de curso - Curso de Química Industrial- Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde**. – Brasília : Ministério da Saúde, 2006. 212 p. – (Série B. Textos Básicos de Saúde).

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de consolidação Nº 888, de 4 De maio de 2021. **Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Brasília, 2021. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888\\_07\\_05\\_2021.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html) Acesso em Agosto de 2022

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual de procedimentos de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde**. – Brasília : Ministério da Saúde, 2006. - Acesso em Setembro de 2022

FIM, B. M. (2018). **Análises quantitativa e qualitativa das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Rodeador/DF para avaliação das cargas de poluição**. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 107p. - Acesso em Setembro de 2022

NOGUEIRA, A. V.. **Análise microbiológica da água consumida diretamente de bicas d'água na cidade de Canoinhas/SC / Marlon Celso WACHINSKI - Florianópolis, SC, 2013**. - Acesso em Agosto de 2022

OLIVEIRA, K, A. (2011) **Qualidade da água para consumo humano em solução alternativa de abastecimento no município do Cabo de Santo Agostinho, Pernambuco.** — Acesso em Setembro de 2022

PAZ. V, P, A; TEODORO. R, E, F; MENDONÇA. F, C. **Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.4, n.3, p.465-473, 2000 Campina Grande, PB, DEAg/UFPB - Acesso em Agosto de 2022.

PEREIRA, Simone de Fátima Pinheiro et al. **Condições De Potabilidade Da Água Consumida Pela População De Abaetetuba-Pará.** Revista de Estudos Ambientais.- Acesso em Setembro de 2022

SILVA, D. R R.; MACIEL, M. O. S.; MARTA. B, B, F.; BRONHARO, T.M, Qualidade da água em escolas públicas municipais: **análise microbiológica e teor de nitrato em Araçatuba, estado de São Paulo** – Brasil. Rev Inst Adolfo Lutz. São Paulo, 2018;77:e1740. - Acesso em Setembro de 2022

SILVEIRA, B.A. **Tratamento de água de abastecimento com aplicação da Moringa oleifera líquida e em pó em diferentes concentrações de solução salina.** 2017. 61f. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2 – Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina. Londrina, 2017.

SUDENE – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **Delimitação do Semiárido-2021: Relatório Final.** Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/pt-br/centrais-de-conteudo/02semiariadorelatorionv.pdf> Acesso em Setembro de 2022.

TUNDISI, José Galizia. **Recursos hídricos do século XXI.** São Paulo: Oficina de textos, 2011. Nova Edição Ampliada e atualizada. Versão digital, 2013.

WHO -World Health Organization.(2011). **Guidelines for drinking-water quality**, 4th ed. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44584> . Acessado: set. 2022.

YASUI, Julio C. **Análise Físico-química e Microbiológica de Água de Residências Localizadas no Município de Pacaembu/SP.** 2015. 39f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2015. - Acesso em Agosto de 2022.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida e da sabedoria, por todo amor, esperança, amparo e coragem para superar cada obstáculo ao longo de toda a graduação.

A minha avó Nina (in memoriam), que mesmo ausente fisicamente se faz presente diariamente em minha vida, ela que em cada dia é minha fortaleza e amparo nas tribulações da vida.

Aos meus pais, Marco Suelio e Jailma, que dedicam sua vida diariamente para me proporcionar o que não tiveram em sua vida, a eles, a minha eterna gratidão.

As minhas irmãs, Suelen Samara, Mayara e Daiany, por acreditarem em mim e por muitas vezes me mostrarem o quanto eu sou capaz.

Aos meus avós, Francisco, Lusinete e Gorete, e a toda a minha família, por todo o apoio, incentivo e compreensão durante esses anos.

A minha orientadora, a professora Dra Verônica Evangelista de Lima Emerich, que aceitou o convite de me orientar e me direcionar a conclusão de mais um ciclo da minha vida. Por todo apoio, incentivo e orientação, a minha gratidão.

A banca examinadora que aceitou o convite para participar desse momento tão especial e significativo em minha vida.

Aos meus colegas de curso, Ana Renata, Danielly, Joseilton e Mateus em especial, que foi essencial em todo o meu percurso da graduação. Vocês ao longo desses anos se tornaram amigos e foram o meu apoio nos momentos em que pensei em desistir, que me incentivaram e são parte fundamental desta conquista.

As minhas amigas de infância, Gabrielle, Rafaelly e Vanessa, hoje com nossa pequena Ávila. A minha amiga de vida, Millena por todo apoio e incentivo ao longo desses anos.

Aos professores do Curso de Química Industrial da UEPB, que contribuíram ao longo de toda minha graduação, tanto de forma profissional quanto pessoal.

A UEPB por toda formação que foi fundamental para o meu crescimento ao longo desses anos.

E a todos que fizeram parte dessa trajetória e que de alguma forma contribuíram e me incentivaram a continuar e chegar até aqui.

