



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA  
- CAMPUS JOÃO PESSOA  
CURSO SUPERIOR TECNOLÓGICO EM GESTÃO AMBIENTAL**

**PARÂMETROS DE POTABILIDADE DA ÁGUA UTILIZADA NA CASA DO  
ESTUDANTE, EM JOÃO PESSOA (PB): UM ESTUDO DE CASO.**

**DANILO RAVEL RIBEIRO**

**JOÃO PESSOA - PB**

**2023**



## **PARÂMETROS DE POTABILIDADE DA ÁGUA UTILIZADA NA CASA DO ESTUDANTE, EM JOÃO PESSOA (PB): UM ESTUDO DE CASO.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Banca Examinadora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - Campus João Pessoa para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental sob orientação do Professor Dr. Henrique César da Silva.

**DANILO RAVEL RIBEIRO**

**JOÃO PESSOA - PB**

**2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca Nilo Peçanha do IFPB, *campus* João Pessoa

R484p

Ribeiro, Danilo Ravel.

Parâmetros de potabilidade da água utilizada na Casa do Estudante, em João Pessoa (PB) : um estudo de caso / Danilo Ravel Ribeiro. - 2023.

36 f. : il.

TCC (Graduação – Tecnologia em Gestão Ambiental) - Instituto Federal de Educação da Paraíba / Unidade Acadêmica de Infraestrutura, Design e Meio Ambiente, 2023.

Orientação : Prof<sup>o</sup> D.r Henrique César da Silva.

1.Potabilidade da água. 2. Cloro residual livre. 3. Microbiologia. 4. Qualidade da água - análise. I. Título.

CDU 543.3(043)

Lucrecia Camilo de Lima  
Bibliotecária – CRB 15/132



DECISÃO 9/2023 - CCSTGA/UA1/UA/DDE/DG/JP/REITORIA/IFPB

**DANILO RAVEL RIBEIRO**

**PARÂMETROS DE POTABILIDADE DA ÁGUA UTILIZADA NA CASA DO ESTUDANTE, EM JOÃO PESSOA - PB: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Gestão de Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba como requisito parcial para obtenção do título de Tecnóloga em Gestão de Ambiental

Aprovada em 07 de julho de 2023

**Banca Examinadora**

Prof. Dr. Henrique César da Silva (Orientador IFPB-CB)

Prof. Dr. Gilcean Silva Alves (Examinador IFPB-SS)

Profa. Ma. Maria Lourdes Vieira Ximenes (Examinadora IFPB-JP)

Daniilo Ravel Ribeiro (Discente IFPB-JP)

*(assinado eletronicamente)*

**JOÃO PESSOA - 2023**

Documento assinado eletronicamente por:

- Henrique Cesar da Silva, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 18/07/2023 19:39:23.
- Danilo Ravel Ribeiro, ALUNO (20182620041) DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL - JOÃO PESSOA, em 18/07/2023 19:52:01.
- Maria Lourdes Vieira Ximenes, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 19/07/2023 12:59:03.
- Gilcean Silva Alves, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 19/07/2023 17:57:11.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 18/07/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código 450543  
Verificador: a78a3322da  
Código de Autenticação:



## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a minha mãe Carmem Lúcia Ribeiro e a minha família que me ofereceu suporte financeiro, principalmente, no início da minha jornada acadêmica. Como também, aos meus amigos pelo suporte emocional e todo companheirismo prestado.

Agradeço ao IFPB - Campus João Pessoa pela estrutura organizacional e aos excelentes professores, em especial, ao Dr. Henrique César da Silva que se mostrou imensamente paciente e compreensível durante a construção deste trabalho.

Por fim, registro minha gratidão aos gestores da FUNECAP pelo acolhimento e por fornecerem condições dignas para minha subsistência no município.

*“O tratamento hídrico se assemelha às demais atividades humanas,  
uma vez que todo o processo requer qualificação constante  
para que o produto final não se torne nocivo”.*

(Victor Aragão, 2023)

## RESUMO

A água é um recurso natural de relevante importância para a vida, visto que dela dependem todo o equilíbrio ecológico de um ecossistema, assim como as funções vitais dos seres vivos. Entretanto, apenas a distribuição da água não é garantia de saúde, uma vez que alguns parâmetros devem ser avaliados, a fim de que ela possa ser considerada ideal para o consumo humano. Por isso, a exigência da qualidade da água tem o propósito de proteger a saúde coletiva. E, os padrões utilizados para assegurar esta qualidade possibilitam o desenvolvimento de ações que minimizem a concentração ou eliminem os constituintes nocivos à saúde. É importante frisar que informações pontuais sobre a qualidade da água consumida, e concomitante seus parâmetros peculiares, corroboram com a promoção da higiene e profilaxia. Nesse panorama, as análises dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água tornam-se fundamentais para o acompanhamento constante dos perfis desse recurso, sendo imprescindíveis para a identificação de possíveis desvios dos indicadores estabelecidos pelas portarias nos lugares institucionalizados sob a responsabilidade do poder do Estado. Uma dessas instituições é a Fundação Casa do Estudante da Paraíba (FUNECAP), localizada no Centro de João Pessoa. Diante disso, o presente trabalho teve, como objetivo geral, analisar as condições microbiológicas e a teor de cloro residual livre (CRL) da água consumida na referida FUNECAP, onde se buscou quantificar possíveis desvios com relação à portaria vigente referente a qualidade da água para o consumo humano. As coletas de água foram realizadas em dois pontos distintos, sendo em torneira de uso comum e no bebedouro. O método do procedimento experimental para CRL, baseia-se na utilização do composto N,N-dietil-p-fenilenodiamina (DPD). Já para averiguar a presença bacteriológica, foi empregado a técnica de tubos múltiplos por ser o mais indicado para quantificar os coliformes totais e coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*). Posto isso, o resultado do presente trabalho mostrou que a água usada na FUNECAP é adequada para o consumo humano por apresentar conformidades nas concentrações de CRL, como também na ausência de coliformes totais e termotolerantes (*E. coli*), tanto em P1 quanto em P2, estando dentro das exigências da Portaria GM/MS 888/2021.

Palavras-chaves: Potabilidade; Cloro residual livre; Microbiologia.

## ABSTRACT

Water is a natural resource of great importance for life, since the entire ecological balance of an ecosystem depends on it, as well as the vital functions of living beings. However, only the distribution of water is not a guarantee of health, since some parameters must be evaluated, so that it can be considered ideal for human consumption. Therefore, the requirement of water quality has the purpose of protecting collective health. And, the standards used to ensure this quality enable the development of actions that minimize the concentration or eliminate harmful constituents to health. It is important to emphasize that punctual information about the quality of the water consumed, and concomitantly its peculiar parameters, corroborate with the promotion of hygiene and prophylaxis. In this scenario, the analyzes of the physical-chemical and microbiological parameters of water become fundamental for the constant monitoring of the profiles of this resource, being essential for the identification of possible deviations from the indicators established by the ordinances in the institutionalized places under the responsibility of the State power . One of these institutions is Fundação Casa do Estudante da Paraíba (FUNECAP), located in downtown João Pessoa. In view of this, the present work had, as a general objective, to analyze the microbiological conditions and the Free Residual Chlorine (FRC) content of the water consumed in the aforementioned FUNECAP, where it sought to quantify possible deviations in relation to the current ordinance regarding the quality of water for human consumption. Water collections were carried out at two different points, one in common use faucet and the water fountain. The experimental procedure method for CRL is based on the use of the compound N,N-diethyl-p-phenylenediamine (DPD). In order to verify the bacteriological presence, the multiple tube technique was used, as it is the most suitable for quantifying total coliforms and thermotolerant coliforms (*Escherichia coli*). That said, the result of the present work showed that the water used in FUNECAP is suitable for human consumption because it presents conformity in the CRL concentrations, as well as in the absence of total and thermotolerant coliforms (*E. coli*), both in P1 and in P2, being within the requirements of Ordinance GM/MS 888/2021.

Keywords: Potability; Free residual chlorine; Microbiology.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Mapa de localização da área estudada .....	23
Figura 2: <i>P1</i> (torneira do hidrômetro).....	24
Figura 3: <i>P2</i> (torneira do bebedouro).....	24
Figura 4: Composto DPD.....	25
Figura 5: Cubetas sem e com o composto DPD.....	26
Figura 6: Colorímetro.....	26
Figura 7: Tubos de Durhan invertidos dos tubos de ensaio .....	28
Figura 8: Preparação do meio de cultura.....	28
Figura 9: 90 tubos de ensaio distribuídos em 6 grupos.....	28
Figura 10: Pipetagem das amostras.....	29
Tabela 1: Pontos de coleta e valores obtidos.....	30

## **ABREVIATURAS E SIGLAS**

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba

ANA – Agência Nacional de Águas

DPD - N,N-dietil-p-fenilenodiamina

Cl<sub>2</sub> - Cloro

CRL - Cloro Residual Livre

ETA - Estação de Tratamento de Água

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde

FUNECAP - Fundação Casa do Estudante da Paraíba

HCA - Hidróxido de polialumínio

SPA - Sulfato de polialumínio

TM - Tubos Múltiplos

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVOS .....	13
2.1 Objetivo Geral.....	13
2.2 Objetivos Específicos.....	13
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
3.1 A água e seus múltiplos usos.....	14
3.2 A água no campo legislativo.....	15
3.3 Tratamento da água na cidade de João Pessoa.....	18
3.4 Cloro Residual Livre: um parâmetro que merece destaque.....	20
3.5 Análise microbiológica da água.....	21
4. METODOLOGIA .....	23
4.1 Local do estudo e Coleta das amostras.....	23
4.2 Determinação do teor de Cloro Residual Livre (CRL).....	24
4.3 Método dos Tubos Múltiplos (TM).....	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	30
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural de relevante importância para a vida, visto que dela dependem todo o equilíbrio ecológico de um ecossistema, assim como as funções vitais dos seres vivos (TUNDISI, 2003; COSTA, 2014). No Brasil, de acordo com a legislação vigente, a água é considerada um recurso de domínio público e dotada de valor econômico (BRASIL, 1997). Sob essa ótica, é possível considerar que esse elemento deve ser gerido de forma a qualificá-lo e fazer com que chegue a todos os cidadãos; compreendendo a água potável como sinônimo de saúde, ou seja, um direito fundamental garantido pela Carta Magna (BRASIL, 1988).

Entretanto, apenas a distribuição da água não é garantia de saúde, uma vez que alguns parâmetros devem ser avaliados, a fim de que ela possa ser considerada ideal para o consumo humano. Pois assim, muitos fatores podem contribuir para que ela, apesar do tratamento, não atinja os padrões ideais de potabilidade, tornando-se fonte de doenças (BRAGA *et al.*, 2005). Destacam-se, entre eles, falhas nas tubulações, fontes de contaminação em alguma das fases do tratamento e a falta de monitoramento dos parâmetros dela, o que impossibilita a tomada de medidas que visem resolver o problema e evitar possíveis crises sanitárias derivadas da água não tratada (TSUTIYA, 2006).

Na concepção de Molozzi, Pinheiro e Silva (2006), monitorar parâmetros de qualidade da água torna-se um instrumento indispensável no diagnóstico de alterações ambientais derivadas das ações antrópicas, pois os desequilíbrios ocasionadores das contaminações e poluições hídricas derivam, em sua maioria, de atividades realizadas pelo homem. Dessa forma, o consumo da água recebe destaque, pois, antes de chegar às torneiras e ser ingerida, ela precisa passar por critérios de avaliação, a fim de torná-la propícia para o consumo, ou seja, potável (FREITAS, 2001).

A exigência da qualidade da água tem o propósito de proteger a saúde coletiva. E, os padrões utilizados para assegurar esta qualidade possibilitam o desenvolvimento de ações que minimizem a concentração ou eliminem os constituintes nocivos à saúde (D'AGUILA *et al.*, 2000). Nesse panorama, as análises dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água tornam-se fundamentais para o acompanhamento constante dos perfis desse recurso, sendo

imprescindíveis para a identificação de possíveis desvios dos indicadores estabelecidos pelas portarias nos lugares institucionalizados sob a responsabilidade do poder do Estado (LIBÂNIO, 2008).

Uma dessas instituições é a Fundação Casa do Estudante da Paraíba (FUNECAP), localizada no Centro de João Pessoa, é responsável por acolher dezenas de estudantes que migram de outras regiões para realizarem cursos de formação acadêmica na capital paraibana. Como não há registros de análise que investigue os parâmetros de qualidade da água para consumo nesta área, este trabalho buscou analisar as condições higiênico-sanitárias a partir da presença de *Escherichia coli*, como também quantificar o parâmetro físico-químico do cloro residual livre (CRL) da água consumida na FUNECAP. Uma vez que, essas informações poderão servir como base para possíveis intervenções no sistema de tratamento de água e na implementação de políticas de gestão hídrica.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar as condições microbiológicas e o teor de cloro residual livre da água consumida na Casa do Estudante da Paraíba (FUNECAP).

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a qualidade da água de dois pontos distintos quanto aos parâmetros microbiológicos e do cloro residual livre.
- Averiguar a presença microbiológica de coliformes totais e coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*).
- Verificar o teor de CRL, e os resultados microbiológicos à luz da portaria GM/MS 888/2021.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 A água e seus múltiplos usos

De acordo com a Política Nacional dos Recursos Hídricos, a água é um recurso de todos e que possui um valor econômico (BRASIL, 1997), o que faz com que ela seja entendida como um elemento de significativa importância para a humanidade e a vida em sua plenitude. No território brasileiro, ela se encontra, principalmente, nas bacias hidrográficas e nos aquíferos, de onde ela é captada, conduzida, tratada e destinada aos seus múltiplos usos (ANA, 2017).

Na concepção de Souza *et al.* (2014), a indústria também desempenha papel de destaque na destinação das águas brasileiras. No cenário da produção, é notória a utilização desse elemento na maior parte das fases do processo de produção. Outro setor de destaque é a navegação, a qual utiliza-se das águas dos rios e bacias hidrográficas para o tráfego de matérias-primas e produtos destinados aos diversos setores da economia (SANTOS, 2006).

No tocante ao consumo humano, a qualidade da água é um fator de destaque, pois está diretamente ligada aos indicadores de saúde pública e à prevenção e monitoramento de doenças. Para isso, é preciso um tratamento especial quando o destino for as torneiras da população.

A utilização da água pela sociedade humana visa a atender suas necessidades pessoais, atividades econômicas (agrícolas e industriais) e sociais. No entanto, essa diversificação no uso da água, quando realizada de forma inadequada, provoca alterações na qualidade da mesma, comprometendo os recursos hídricos e por consequência seus usos para os diversos fins. A qualidade da água é aspecto indispensável, quando se trata dos seus principais usos, em especial, para fins como o abastecimento humano. Este uso tem sofrido restrições significativas em função de prejuízos nos rios provenientes das ações naturais e antrópicas, as quais alteram os aspectos de qualidade e quantidade de água disponível para o uso humano (SOUZA *et al.* 2014, p.1).

Dessa forma, diferentemente dos demais usos da água, o consumo humano, além de ser prioritário (BRASIL, 1997), deve ser feito com uma água de qualidade, a qual deve estar de acordo com os parâmetros de potabilidade estabelecidos pelas portarias. Além disso, o próprio sistema de tratamento da água destinado às residências deve ser monitorado regularmente.

Uma questão pertinente, contudo, relacionada aos diversos usos da água, concerne os problemas ocasionados pela sua utilização de maneira inconsciente, insensível e ignorante, o que contribui para o aumento dos impactos ambientais e os avanços de crises sanitárias provocadas pelas conseqüentes poluição e contaminação, prejudicando toda a biodiversidade e desequilibrando ecossistemas (CRAIG, 2000). Assim, compreende-se que, para os inúmeros usos da água, são necessárias medidas de conservação, preservação e tratamento.

### **3.2 A água no campo legislativo**

Para além do estudo da água enquanto elemento natural, é fundamental destacá-la enquanto direito de todos e um bem de domínio público. Nesse quesito, ela passa a ser compreendida no campo legislativo, por meio das leis, decretos e portarias que estabelecem critérios para o uso, distribuição e consumo humano. Ao fazer uma breve retrospectiva desse elemento na legislação brasileira, a primeira etapa é na Constituição Federal de 1988, a qual, ao determinar o meio ambiente equilibrado como uma garantia de todos (BRASIL, 1988), inclui, indiretamente, a água nesse direito.

Em seguida, sem a pretensão de realizar uma longa retrospectiva a partir das primeiras políticas que tratavam do uso da água, tem-se a Política Nacional de Recursos Hídricos, a lei 9.433, de 1997. Nela, estão estabelecidos os princípios, garantias e deveres para com a água, analisando-a a partir de uma perspectiva socioambiental, pois pertence a todos, mas, ao mesmo tempo, deve ser usada de forma consciente, porque é imposto, sobre ela, um valor econômico (BRASIL, 1997).

Art. 1º A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

I - a água é um bem de domínio público;

II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;

III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;

IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;

V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e da comunidade (BRASIL, 1997).

Ao estabelecer esses fundamentos, a Política Nacional de Recursos Hídricos destaca o seu papel democratizante, o que, na visão de Bittencourt & Pereira (2014), fortalece a ideia da

água enquanto elemento natural, social e de importância ímpar para o desenvolvimento dos ecossistemas e da vida em sua totalidade. Discorrendo sobre seus objetivos, a lei 9.433/97 destaca:

- I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
- II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
- III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.
- IV - incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais (BRASIL, 1997).

De tal maneira, a Lei das Águas 9.433/97, fortalece os laços entre sociedade e órgãos ambientais a fim de proporcionar um ambiente equilibrado. No ano seguinte, em 1998, foi decretada a lei 9.605, que estabelece medidas penais aos autores de crimes ambientais, mais um decreto que buscou fortalecer a ação das políticas públicas em prol do meio ambiente. No tocante às ações contra as atitudes que prejudiquem a biodiversidade presente na água e o próprio corpo hídrico, há penalidades desde a pesca até o lançamento de substâncias poluentes (BRASIL, 1998).

Art. 33. Provocar, pela emissão de efluentes ou carreamento de materiais, o pericimento de espécimes da fauna aquática existentes em rios, lagos, açudes, lagoas, baías ou águas jurisdicionais brasileiras:

Pena - detenção, de um a três anos, ou multa, ou ambas cumulativamente.

Parágrafo único. Incorre nas mesmas penas:

- I - quem causa degradação em viveiros, açudes ou estações de aquicultura de domínio público;
- II - quem explora campos naturais de invertebrados aquáticos e algas, sem licença, permissão ou autorização da autoridade competente;
- III - quem fundeia embarcações ou lança detritos de qualquer natureza sobre bancos de moluscos ou corais, devidamente demarcados em carta náutica.

Art. 34. Pescar em período no qual a pesca seja proibida ou em lugares interditados por órgão competente:

Pena - detenção de um ano a três anos ou multa, ou ambas as penas cumulativamente.

Parágrafo único. Incorre nas mesmas penas quem:

- I - pesca espécies que devam ser preservadas ou espécimes com tamanhos inferiores aos permitidos;
- II - pesca quantidades superiores às permitidas, ou mediante a utilização de aparelhos, petrechos, técnicas e métodos não permitidos;
- III - transporta, comercializa, beneficia ou industrializa espécimes provenientes da coleta, apanha e pesca proibidas.

Art. 35. Pescar mediante a utilização de:

I - explosivos ou substâncias que, em contato com a água, produzam efeito semelhante;

II - substâncias tóxicas, ou outro meio proibido pela autoridade competente:

Pena - reclusão de um ano a cinco anos (BRASIL, 1998, p.3).

Desse modo, compreende-se que essa resolução estabeleceu, à sua época, padrões referentes ao tratamento e avaliação da água, sendo substituída, em seguida, pela Portaria GM/MS 888, de 4 de maio de 2021, que estabelece o controle e o monitoramento da vigilância da qualidade da água para consumo humano (BRASIL, 2021). Como disposições gerais, ela discorre sobre os procedimentos a serem utilizados.

Art. 1º Este anexo estabelece os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Art. 2º Este Anexo se aplica à água destinada ao consumo humano proveniente de sistema de abastecimento de água, solução alternativa de abastecimento de água, coletiva e individual, e carro-pipa.

Art. 3º Toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema, solução alternativa coletiva de abastecimento de água ou carro-pipa, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água.

Art. 4º Toda água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual de abastecimento de água está sujeita à vigilância da qualidade da água (BRASIL, 2021, p.1).

Para o consumo humano, a Portaria deixa claro que o abastecimento estará sob responsabilidade dos órgãos de vigilância dos padrões de potabilidade brasileiros. No que concerne às definições básicas dos aspectos da água consumida, ela apresenta os seguintes conceitos:

I - água para consumo humano: água potável destinada à ingestão, preparação de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem;

II - água potável: água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido neste Anexo e que não ofereça riscos à saúde;

III - padrão de potabilidade: conjunto de valores permitidos para os parâmetros da qualidade da água para consumo humano, conforme definido neste Anexo;

IV - padrão organoléptico: conjunto de valores permitidos para os parâmetros caracterizados por provocar estímulos sensoriais que afetam a aceitação para consumo humano, mas que não necessariamente implicam risco à saúde;

V - sistema de abastecimento de água para consumo humano (SAA): instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição; VI - solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano (SAC): modalidade de abastecimento coletivo destinada a fornecer água potável, sem rede de distribuição;

VII - solução alternativa individual de abastecimento de água para consumo humano (SAI): modalidade de abastecimento de água para consumo humano que atenda a domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares;

VIII - rede de distribuição: parte do sistema de abastecimento formada por tubulações e seus acessórios, destinados a distribuir água potável até as ligações prediais [...] (BRASIL, 2021, p.2).

Estudando o combate aos contaminantes emergentes à luz da Portaria 888/21, Oliveira *et al.* (2022), destaca a criação, aplicação e avaliação de novas técnicas de tratamento dos corpos hídricos e das águas que chegam à população, a fim de garantir os parâmetros de potabilidade ideais para preservar a saúde individual e coletiva, amenizando e prevenindo

crises sanitárias decorrentes da falta de saneamento básico, o que inclui a ingestão de uma água de qualidade e enquadrada nas normas estabelecidas pela legislação atual.

### **3.3 Tratamento da água na cidade de João Pessoa**

Segundo AESA (2004), a bacia do Rio Gramame, situada no litoral Sul do Estado da Paraíba, é responsável por cerca de 70% do abastecimento da região metropolitana de João Pessoa, pelo qual depreende os municípios de João Pessoa, Cabedelo, Bayeux e das cidades de Pedras de Fogo e Conde. Seu principal reservatório é o complexo Gramame-Mamuaba, cuja sua capacidade máxima é de 56.937.000 m<sup>3</sup>. A área de drenagem da bacia é de 589,1 km<sup>2</sup>. O rio Gramame é o principal curso d'água, com extensão de 54,3 km, e seus principais afluentes são os rios Mumbaba, Mamuaba e Água Boa.

Esta bacia é caracterizada por eventos de degradação, da irrigação, elevado índice de assoreamento do rio principal, atividade industrial, entre outros. O sistema de abastecimento de água da Grande João Pessoa utiliza mananciais superficiais, sendo constituído por 2 estações de tratamento, 2 elevatórias de água bruta, 10 elevatórias de água tratada, 22 reservatórios, cerca de 888 km de rede de distribuição, atendendo 120.485 ligações prediais, além de abranger seis poços tubulares que podem ser ativados em situações emergenciais (AES A, 2004).

A fim de obter padrões ideais para o consumo humano, a água precisa passar por uma série de etapas para a obtenção de uma solução livre de poluição e contaminação (DUARTE, 2011). Esse conjunto de etapas ocorre na Estação de Tratamento de Água (ETA) do Sistema Gramame e Marés, transformando a água bruta captada em água potável. Para isso, requer um conjunto de conhecimentos técnicos a respeito das principais atividades a serem executadas em cada uma delas. Nesse quesito, as fases do tratamento da água utilizada neste estudo são:

1. **Captação:** etapa na qual a água, proveniente das barragens dos Rios Gramame, Marés e Mumbaba é aduzida e passa por grades, a fim de remover partículas sólidas de grande porte.
2. **Coagulação e floculação:** Este processo ocorre no primeiro tanque da ETA, em que há o tratamento com substâncias coagulantes na formação de flocos, agregando os

resíduos menores que passaram pelo gradeamento. A ideia é fazer com que as partículas de poeira sofram aglutinação e se depositem no fundo do tanque.

Os coagulantes mais comuns usados em tratamento de água são o sulfato de alumínio e formas pré-polimerizadas como hidróxicloreto de polialumínio (HCA) ou sulfato de polialumínio (SPA). A principal vantagem de uso destes coagulantes é a sua maior efetividade em faixa mais ampla de pH e em temperaturas mais baixas que o sulfato de alumínio (DUARTE, 2011).

3. Decantação: Neste momento, os flocos são separados pelo processo de decantação, possibilitando que o material denso afunde, passando a água para o próximo tanque sem toda a matéria condensada.
4. Filtração: Durante este processo, a água decantada é encaminhada às unidades filtrantes. Os filtros são constituídos de um meio poroso granular, normalmente areia, de uma ou mais camadas, instalados sobre um sistema de drenagem, capaz de reter e remover as impurezas ainda presentes na água.

A eficiência da filtração está diretamente relacionada com o desempenho de processos antecedentes como coagulação (dose e tipo de coagulante, pH de coagulação, tempo e gradiente de mistura rápida), floculação (tamanho e resistência de flocos, tempo, escalonamento e gradiente de agitação), decantação ou flotação (taxa de fluxo, velocidade ascensional ou de sedimentação, densidade dos flocos) (DUARTE, 2011, p.48)

5. Cloração: Depois da filtração, a água começa a passar pelo processo de desinfecção, que corresponde a destruição ou inativação de microrganismos capazes de provocar doenças. Para efetuar a desinfecção utiliza-se de um agente físico ou químico (desinfetante), neste caso, o cloro, podendo o termo desinfecção ser substituído pela cloração.
6. Fluoretação: Para a água, finalmente, estar apta ao consumo é necessário administrar compostos à base de flúor. A aplicação destes compostos, como o fluossilicato de sódio na água de abastecimento público, contribui para a redução de incidência de cárie dentária em até 60%, considerando as crianças que ingeriram desde o seu nascimento, quantidades adequadas de íon fluoreto. A dosagem média utilizada de íon é de 0,8 mg/l (ppm) de acordo com a temperatura local (FARIA, 2014).
7. Distribuição: A água tratada, após sair da ETA, é conduzida para um reservatório principal responsável pela redistribuição através de adutoras para os reservatórios

setoriais. Tais reservatórios, espalhados por todo o município, têm a função de promover o equilíbrio entre as vazões de adução e as de distribuição, pois conservam as pressões na rede de distribuição e acumulam a água a ser distribuída para toda população (DUARTE, 2016).

Além dessas etapas, a água ainda precisa passar por uma série de análises para garantir o encaixe dos seus indicadores nos parâmetros de potabilidade. Entre esses testes, tem-se o pH e a turbidez (LEÃO; OLIVEIRA; DEL PINO, 2014), indícios que podem apontar possíveis presenças de matéria orgânica ou condições ideais para o desenvolvimento de protozoários e bactérias.

Assim, para que a água esteja propícia para o consumo humano, é necessário passar por todas as etapas supracitadas, a fim de que haja a correta eliminação de fontes de poluição e contaminação desse elemento, prevenindo a disseminação de doenças e futuras crises sanitárias (DUARTE, 2011).

### **3.4 Cloro residual livre: um parâmetro que merece destaque**

No que se refere aos estudos e análises das substâncias desinfectantes, o  $\text{Cl}_2$  tem destaque nesse parâmetro, uma vez que é o responsável pela eliminação da maior parte dos microrganismos presentes na água captada (DANIEL *et al.*, 2001). Nas etapas do tratamento da água, a adição de cloro faz parte do processo de cloração desde o séc. XX, podendo ser retratada historicamente por Rossin (1987) de tal maneira:

- 1908-1918: Iniciação do processo de cloração das águas havendo a aplicação de quantidades pequenas de cloro;
- 1918-1928: expansão da utilização do cloro líquido;
- 1928-1938: utilização de cloraminas, havendo a adição de amônia e cloro, para obtenção de um teor residual de cloraminas;
- 1948-1958: aperfeiçoamento do processo de cloração; determinação das formas de cloro livre e combinado, e, cloração fundamentada em controles bacteriológicos.

De acordo com estudos de Soares *et al.* (2016), ao entrar em contato com a água, o cloro sofre dissociação iônica, dando origem ao hipoclorito, substância com alto poder antimicrobiano. O cloro presente na água em forma de hipoclorito é denominado Cloro Residual Livre. Fisher *et al.* (2012), investigando o decaimento do cloro residual livre ao longo do transporte da água até as residências, perceberam que a reação dessa substância com outras pode acarretar esse decaimento na quantidade desse composto, desfavorecendo o combate aos patógenos e deixando a população mais propícia a enfermidades derivadas da água contaminada.

As análises para determinar o cloro residual podem seguir diferentes metodologias, a depender do tipo de análise e da finalidade do estudo.

A determinação de cloro residual pode ser feita por vários métodos, dentre os quais podem ser citados o iodométrico, o amperométrico e o N,N-dietil-p-fenilendiamina (DPD). O método da ortotolidina, não listado anteriormente, foi provavelmente o mais usado, sendo excluído da 15ª edição do Standard Methods por tratar-se de uma substância cancerígena (SOARES *et al.*, 2016, p. 2).

Diante disso, é possível compreender a importante função do cloro residual no sistema de tratamento da água contra microrganismos patogênicos, mas também destaca-se os cuidados quanto aos métodos de análises dessa substância, uma vez que, diante de dados científicos, alguns apresentam potenciais cancerígenos.

### **3.5 Análise microbiológica da água**

A averiguação microbiológica da qualidade da água consumida é fundamental para a promoção da saúde pública. Nesse quesito, a veiculação de microrganismos patogênicos, como os vírus, bactérias, protozoários e helmintos pela água, podem prejudicar a saúde da população que a consome (ROCHA *et al.* 2010) Entretanto, a identificação individual destes microrganismos presentes na água não é realizada continuamente, devido o procedimento ser complicado e oneroso, tornando-se inviável financeiramente (COELHO *et al.*, 2017).

Por este motivo, a verificação destes microrganismos se aplica à identificação de alguns grupos de bactérias, que são facilmente identificáveis, cuja presença indica a contaminação de origem fecal e a possibilidade da existência de patógenos entéricos. O principal organismo sinalizador para essa finalidade são as bactérias do grupo coliforme: os coliformes totais e termotolerantes, em especial a bactéria *Escherichia coli* (ROHDEN, 2009).

Contudo, entre cerca de 106-108 coliformes totais/100ml, comumente presentes nos esgotos sanitários, há a predominância de *E. coli*, sendo este o principal fator para que seja utilizado como indicador de poluição fecal de águas naturais (OMS, 2006).

Nesse sentido, a *E. coli* tem sido convencionalmente usada para monitorar a qualidade da água potável, por serem prontamente detectáveis e mensuráveis através de técnicas simples e economicamente viáveis. Além de se manterem com maior tempo de vida na água do que as outras bactérias patogênicas intestinais, já que exigem menos aporte nutricional (FUNASA, 2013).

No Brasil, a concentração máxima de impurezas na água para consumo humano foi fixada pelo Ministério da Saúde por meio da Portaria nº GM/MS 888 de 04 de maio de 2021, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo e seu padrão de potabilidade. Para isso, deve-se apresentar ausência de coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*) em 100ml de amostra e ausência de bactéria do grupo coliformes totais em 100ml (BRASIL, 2021). Por fim, se for detectado presença de coliformes em amostras de água, os operadores dos sistemas de abastecimento, seja ele convencional ou alternativo, devem tomar ações corretivas para mitigar os impactos à saúde pública.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1 Local do estudo e Coleta das amostras

A Fundação Casa do Estudante da Paraíba (FUNECAP), criada em 1937 localiza-se na Rua da Areia, 567, no Centro de João Pessoa, estando ligada à Gerência Executiva de Desenvolvimento Estudantil da Secretaria de Estado da Educação (SEE), conforme o Conselho Nacional de Secretários de Educação (CONSED). Ainda de acordo com o CONSED (2017), a Casa do Estudante possui uma área de 3.79000m<sup>2</sup>, distribuída em 48 apartamentos com capacidade para acomodar 96 residentes, auditório, quadra poliesportiva, cozinha, refeitório, biblioteca, sala de informática, sala de televisão, banheiros e área administrativa. O espaço possui quatro blocos com 12 apartamentos, abrigando dois estudantes em cada um.

**Figura 1:** Mapa de localização da área estudada.



Fonte: Adaptado do Google Earth, 2023.

As coletas de água foram realizadas em dois pontos distintos. Em cada um dos pontos foram feitas duas coletas para CRL e três coletas para a análise microbiológica. O primeiro ponto de coleta fica logo após o hidrômetro e não passa por nenhum tipo de filtro sendo

denominado como *P1* (figura 2). O segundo ponto de coleta foi o bebedouro coletivo localizado na entrada da casa do estudante, que aqui chamaremos de *P2* (figura 3).

**Figura 2:** *P1* (torneira do hidrômetro)



**Figura 3:** *P2* (torneira do bebedouro)



Fonte: Acervo pessoal (2023)

#### 4.2 Determinação do teor de cloro residual livre

A determinação da concentração de cloro residual livre pode ser feita através de diversos métodos. O N,N-dietil-p-fenilendiamina (DPD) [figura 4] é o composto para realização do método colorimétrico mais utilizado no mercado e nos experimentos. A escolha se consiste devido à facilidade de manuseio e operação dos equipamentos com uma adequada precisão dos resultados. Dessa forma, o método baseia-se na utilização do composto DPD como indicador que é oxidado pelo cloro livre e resulta numa solução com uma intensidade de cor proporcional à concentração de cloro residual livre [figura 5], o qual será mensurado

posteriormente (SOARES *et al.*, 2016). Para tanto, utilizou-se o colorímetro portátil digital MB - 40 da Marte Científica, também conhecido como colorimétrico [figura 6]. A leitura da concentração de cloro aconteceu, inicialmente, com a limpeza das cubetas, a fim de que possíveis impurezas não interferissem na análise. Em seguida, introduziu-se 10ml da amostra (sem reagente) em uma cubeta, para ajustar o zero do aparelho com intuito de excluir o potencial de interferência da cor e turbidez da água.

Logo após, adicionou uma medida do reagente DPD, também em 10ml, e agitou a amostra levemente, de modo que o reagente fosse dissolvido por completo. Assim, efetuou-se a leitura, com a tampa fechada, de forma que a luz natural não interferisse na medição. Com um curto intervalo de tempo, foi apresentado o teor de cloro residual livre em ppm.

**Figura 4:** Composto DPD.



**Figura 5:** Cubetas sem e com o composto DPD.



**Figura 6 :** Colorímetro.



Fonte: Acervo pessoal (2023)

### 4.3 Método dos Tubos Múltiplos (TM)

Foi empregado a técnica de tubos múltiplos seguindo o Manual Prático de Análise de Água - 4a edição, da FUNASA (Fundação Nacional de Saúde), por ser o mais indicado para determinar a presença de microrganismos, tais como coliformes totais e coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*). Tal metodologia é dividida em duas fases sucessivas, uma presuntiva e outra confirmativa, entretanto, esta última somente é realizada se houver crescimento positivo na etapa presuntiva. Foram preparados três meios de cultura para os testes microbiológicos: Caldo Lactosado (CL) em concentração dupla e simples, Caldo Lactosado Verde Brilhante (VB) e meio EC (*Escherichia coli*). Esses dois últimos são utilizados caso seja necessário o teste confirmativo. O índice de qualidade foi avaliado e classificado de acordo com a legislação vigente.

Desse modo, o procedimento realizado resumiu-se a fase presuntiva, homogeneizando e transferindo as diluições da amostra para tubos de ensaios contendo, no fundo, um tubo invertido para coleta de gás (tubo de Durham) [figura 7], e o meio de cultura apropriado (caldo lactosado simples e duplo) [figura 8]. Com isso, por ter sido as duas amostras (*P1 e P2*) em triplicata, foram preparados 90 tubos de ensaio, divididos em 6 grupos [figura 9]. Nos primeiros 5 tubos de cada grupo (os que continham caldo lactosado de concentração dupla) inoculou-se, com pipeta esterilizada, 10ml da amostra de água a ser examinada (Diluição 1:1); nos 10 tubos restantes (os que contêm caldo lactosado de concentração simples), inoculou-se nos 5 primeiros 1ml da amostra (Diluição 1:10) e nos 5 últimos tubos 0,1ml da amostra em cada tubo (Diluição 1:100) [figura 10].

Logo em seguida, toda a solução foi incubada a 35°C durante 48 horas. As análises foram realizadas no Laboratório de Microbiologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB.

**Figura 7:** Tubos de Durham invertidos nos tubos de ensaio.



**Figura 8:** Preparação do meio de cultura.



**Figura 9:** 90 tubos de ensaio distribuídos em 6 grupos.



**Figura 10:** Pipetagem das amostras.



Fonte: Acervo pessoal (2023).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diante do tema abordado, pode compreender que análises criteriosas e bem fundamentadas são a base para a aquisição de valores obtidos ao acaso para um importante parâmetro de qualidade da água. Por meio do estudo do cloro residual livre e da análise microbiológica, foi possível realizar experimentos com a água que chega à Fundação Casa do Estudante, a fim de obter informações relevantes para o estudo proposto.

Para isso, a Portaria GM/MS 888 dispõe acerca dos procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água, determinando que seja obrigatória a manutenção de 0,2 mg/L à 5,0 mg/L de cloro residual livre (BRASIL, 2021). Com base nisso, os valores obtidos referentes às concentrações de CRL determinadas nos pontos de coleta *P1* e *P2* estão dentro dos parâmetros exigidos conforme consta na tabela 1.

**Tabela 01 – Pontos de coleta e valores obtidos**

<b>Amostras</b>	<b>Valor das duplicatas (mg/L)</b>
<b>P1 (torneira do hidrômetro)</b>	<b>1,85 ± 0,01</b>
<b>P2 (torneira do bebedouro)</b>	<b>0,89 ± 0,11</b>

Fonte: Autoria própria (2023)

Pode-se observar que o tipo de filtro e método aplicado do bebedouro demonstra um bom funcionamento, pois de maneira eficaz, reduz a concentração deste componente CRL como já era esperado, todavia, permite a passagem de uma concentração que ainda se mantém dentro dos limites recomendados pela portaria vigente à luz da potabilidade de água para esse parâmetro supracitado, proporcionando, segurança aos usuários que consomem essa água no bebedouro (*P2*) da instituição.

Em relação às análises microbiológicas das alíquotas de água tratada não foi detectada nenhuma das bactérias avaliadas, atendendo os parâmetros estabelecidos pela legislação. A qualidade da água é definida seguindo especificações da portaria 888/2021, que estabelece como padrão de potabilidade a ausência de bactérias dos grupos coliformes totais e *E. coli* em 100ml de água. Logo, quanto ao parâmetro microbiológico, a água tratada

consumida na FUNECAP pode ser considerada própria para o consumo humano e sem riscos à saúde.

Entretanto, resultados contraditórios foram encontrados em 5 escolas públicas do município de Esperança - PB, como explana Silva *et al.* (2019), pelo qual analisaram amostras de 5 bebedouros, em que 4 deles apresentaram resultados positivos para coliformes totais, enquanto que em 3 amostras foram detectadas presença de coliformes termotolerantes, por essa razão, nenhuma das amostras esteve de acordo com a legislação vigente e pôde ser considerada própria para consumo humano.

Além disso, outros estudos realizados em diferentes regiões do país não demonstraram um tratamento eficiente para as águas de abastecimento. Como o estudo de Cardoso *et al.* (2007) em Salvador (Bahia), com amostras de água coletadas em 83 escolas, onde revelou que 34 apresentaram contaminação por coliformes totais e termotolerantes, ou seja, com alto nível de inadequação para a potabilidade.

Assim como, Siqueira *et al.* (2010) avaliaram a qualidade bacteriológica de 40 amostras de água de consumo, em diferentes unidades de alimentação de Recife (PE), no qual obteve 62,5% destas amostras apontando contaminação por coliformes totais e 42,5% por termotolerantes, o que pode acometer desde uma gastroenterite até evoluir para casos letais, principalmente em crianças, idosos, gestantes e imunossuprimidos.

Portanto, o sistema na Estação de Tratamento de Água do município de João Pessoa se mostrou eficiente quanto a esses dois parâmetros analisados na eliminação de bactérias indesejáveis e patogênicas, pois tal ausência é evidência de uma água bacteriologicamente potável. Embora os resultados sejam satisfatórios para a água tratada, torna-se imprescindível ser realizado um monitoramento constante na ETA, bem como na respectiva rede de distribuição.

Visto que do tratamento ao consumo, diversos fatores podem comprometer a qualidade dessa água tratada, destacando as condições de segurança dos reservatórios de distribuição; a falta de manutenção na rede de tubulações (vazamentos, limpeza e descarga periódica) e a irregularidade do abastecimento, podendo gerar riscos de contaminação e

afetando as condições de armazenamento domiciliar da água (PEIL; KUSS & GONÇALVES, 2015).

Posto isso, o resultado do presente trabalho mostrou que a água usada na FUNECAP é adequada para o consumo humano por apresentar conformidades nas concentrações de CRL, como também na ausência de coliformes totais e termotolerantes (*E. coli*), tanto em P1 quanto em P2, estando dentro das exigências da Portaria GM/MS 888/2021.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, o respectivo trabalho trouxe um olhar crítico e quali-quantitativo, a respeito dos principais parâmetros no tocante às análises de controle da qualidade de água tratada por uma companhia de abastecimento, e por conseguinte, ao consumo de água da Fundação Casa do Estudante; onde foi possível destacar e entender as etapas fundamentais para a obtenção da água de qualidade.

As análises e suas superfícies de respostas levaram ao melhor entendimento no que consiste no trajeto que esse recurso segue até as residências, bem como, que o teor de cloro residual livre pode diminuir progressivamente caso passe por algum tipo de filtro, seja ele de origem cerâmica ou polimérica. Além disso, o teor do CRL pode ser ainda mais reduzido caso a água fique estocada, a exemplo de cisternas ou caixas d'água, cujo sistema não se mantém hermeticamente fechados, pois se trata de um produto volátil.

No tocante aos estudos analíticos da água da instituição em destaque, ressalta-se na conclusão a potabilidade para este parâmetro analisado, pois está com os indicadores dentro dos limites estabelecidos pela Portaria 888/21. Além disso, identificou-se significativo índice de cumprimento quanto aos padrões microbiológicos da água na FUNECAP, o que reflete condições higiênico-sanitárias adequadas. Pois, a presença de coliformes na água indica poluição com potencial risco patogênico, e sua ausência é evidência de uma água bacteriologicamente potável.

Nesse ínterim, este estudo pode ser considerado de relevante importância para o acerto teórico-prático das futuras pesquisas relacionadas ao tratamento da água e suas respectivas análises em residências e alojamentos universitários, contribuindo para os avanços das conquistas ambientais enquanto fonte de apontamento da correta trajetória rumo a uma água de qualidade, bem como, para as políticas públicas de saúde, uma vez que está trabalhando diretamente com o saneamento básico e sua realização enquanto direito de todos os brasileiros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA). **Proposta de instituição do comitê das bacias hidrográficas do litoral sul, conforme resolução no 1, de 31 de Agosto de 2003, do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba.** 2004. Disponível em: [http://www.aesa.pb.gov.br/comites/litoral\\_sul/proposta.pdf](http://www.aesa.pb.gov.br/comites/litoral_sul/proposta.pdf). Acesso em: 28 de Junho de 2023.

Agência Nacional de Águas (ANA). **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil - 2017.** Relatório Pleno. Brasília, 2017.

BITTENCOURT, V; PEREIRA, D. E. F. **A evolução legislativa brasileira frente à problemática da água.** Revista Brasileira de Direito, v. 10, n. 1, p. 95-105, 2014.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Brasília, DF: Presidência da República, [2023].

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Gabinete do Ministro. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Brasília, 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de Maio de 2021.** 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 10 de maio de 2023.

CARDOSO, R. C. V. et al. A. **Qualidade da água utilizada em escolas atendidas pelo Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), em Salvador-BA.** Revista Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, v. 66, n. 3, p. 287-291, 2007.

COELHO, S. et al. **Monitoramento da água de poços como estratégia de avaliação sanitária em Comunidade Rural na cidade de São Luís, MA, Brasil.** Rev. Ambient. Água, v.12, n.1, p. 1-12, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua>.

CONSED. **A Casa do Estudante completa 80 anos e integra história da política e educação da Paraíba.** 2017. Disponível em: <https://www.consed.org.br/noticia/casa-do-estudante-completa-80-anos-e-integra-historia-da-politica-e-educacao-da-paraiba>. Acesso em 10 de maio de 2023.

COSTA, J. C. S. et al. **Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Vitória da Conquista, BA.** Revista Eletrônica da Fainor. Vitória da Conquista, v.7, n.2, p.108-115, 2014.

CRAIG, J. F. **Large dams and freshwater fish biodiversity.** Contributing paper prepared for Thematic Review II.1: Dams, ecosystem functions and environmental restoration – World Commission on Dams. p. 59. 2000.

DANIEL, L. A. **Processos de desinfecção e desinfetantes alternativos na produção de água potável**. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico – PROSAB, 2001.

D'AGUILA, P. S. et al. **Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu**. Caderno de Saúde Pública. 16 (3): 791-798. Jul-Set. Rio de Janeiro, 2000.

DUARTE, B. E. S. **Os sistemas de abastecimento d'água da grande João Pessoa e a espacialização das áreas abastecidas**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na Universidade Federal da Paraíba (UFPB). João Pessoa, 2016.

DUARTE, M. A. C. **Tratamento de água para consumo humano de reservatório entrofizado através de pré e inter-oxidação, adsorção em carvão ativado e dupla filtração**. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

FARIA, M. E. **Reaproveitamento do lodo oriundo das ETAs para construção civil**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Candido Mendes, Niterói, 2014.

FISHER, I. et al. **A suitable model of combined effects of temperature and initial condition on chlorine bulk decay in water distribution systems**. Water research, v. 46, n. 10, p. 3293-3303, 2012.

FREITAS, M. B; BRILHANTE, O. M; ALMEIDA, L. M. **Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio**. Caderno de Saúde Pública, v.17, n.3, p.651-660, 2001.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Manual prático de análise de água**. 4ª. ed. Brasília, 2013.

GOOGLE. **Google Earth**. Disponível em:

[https://earth.google.com/web/search/Funda%e3%a7%e3%a3o+Casa+do+Estudante+da+Para%e3%adba+-+Funecap+-+Rua+da+Areia+-+Varadouro,+Jo%e3%a3o+Pessoa+-+PB](https://earth.google.com/web/search/Funda%c3%a7%e3%a3o+Casa+do+Estudante+da+Para%e3%adba+-+Funecap+-+Rua+da+Areia+-+Varadouro,+Jo%e3%a3o+Pessoa+-+PB). Acesso em: 03 de junho de 2023.

LEÃO, M.F; OLIVEIRA, E. C; DEL PINO, J. C. **Análises de água: um estudo sobre os métodos e parâmetros que garantem a potabilidade dessa substância fundamental para a vida**. Revista Destaques Acadêmicos, v.6, n.4, p. 40-47, 2014.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Átomo, 2008.

MOLOZZI, J.; PINHEIRO, A.; SILVA, M. R. **Qualidade da água em diferentes estádios de desenvolvimento do arroz irrigado**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, n.9, p. 1393-1398, 2006.

OLIVEIRA, J. C; GUILLEN, R. D. M; SOUZA SILVA, D. **Portaria nº 888, de 04 de maio de 2021 do ministério da saúde: o ponto de partida para enfrentamento aos contaminantes emergentes**. Brazilian Journal of Development, v. 8, n. 4, p. 30890-30901, 2022.

OMS - Organização Mundial da Saúde. **Trabalhando juntos pela saúde**  
**Organização Mundial da Saúde**. Brasília : Ministério da Saúde, p. 210, 2006.

PEIL, S. H. G; KUSS, A. V; GONÇALVES, M. C. F. **Avaliação da qualidade bacteriológica da água utilizada para abastecimento público no município de Pelotas - RS - Brasil**. *Ciência e Natura*, v.37 n.1, p. 79 – 84, 2015.

ROHDEN, F. **Monitoramento microbiológico de águas subterrâneas em cidades do Extremo Oeste de Santa Catarina**. *Ciência & Saúde Coletiva*. v.14, n. 6, p. 2199-2203, 2009.

ROCHA, E. S et al. **Análise microbiológica da água de cozinhas e/ou cantinas das instituições de ensino do município de Teixeira de Freitas (BA)**. *Revista Baiana de Saúde Pública*. v.34, n.3, p.694-705, 2010.

ROSSIN, A. C. **Desinfecção. In: Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água** (Tratamento de Água), Vol. 2, São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1987.

SANTOS, S. R. In: REBOUÇAS, A. C; BRAGA, B; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil capitais ecológicos usos e conservação**. São Paulo: Escrituras, 2006.

SILVA, A. B. et al. **Análise microbiológica da água de bebedouro nas escolas públicas da cidade de Esperança/PB**. *SAJEBTT*, Rio Branco, UFAC v.6, n.1, p.15-26, 2019.

SIQUEIRA, L. P; SHINOHARA, N. K. S; LIMA, R. M. T; PAIVA, J. E; FILHO, J. L. L; CARVALHO, I. T. **Avaliação microbiológica da água de consumo empregada em unidades de alimentação**. *Ciência e Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 63-66, 2010.

SOARES, S. S. et al. **Avaliação de métodos para determinação de cloro residual livre em águas de abastecimento público**. *Ciências Exatas e Tecnológicas*, v. 37, n. 1, p. 119-130, 2016.

SOUZA, J. R. et al. **A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil**. *REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA*, v. 8, n. 1. Fortaleza, 2014.

TUNDISI, J. G. **Recursos hídricos**. *Revista Interdisciplinar dos Centros e Núcleo da Unicamp*. São Paulo, 2003. Disponível em:  
[http://www.multiciencia.unicamp.br/artigos\\_01/A3\\_Tundisi\\_port.PDF](http://www.multiciencia.unicamp.br/artigos_01/A3_Tundisi_port.PDF). Acesso em 10 maio de 2023.

TSUTIYA, M.T. **Abastecimento de Água**. USP 3ª edição. São Paulo, 2006.

	<b>INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA</b>
	Campus João Pessoa - Código INEP: 25096850
	Av. Primeiro de Maio, 720, Jaguaribe, CEP 58015-435, Joao Pessoa (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0002-56 - Telefone: (83) 3612.1200

## Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

### Entrega final de TCC

<b>Assunto:</b>	Entrega final de TCC
<b>Assinado por:</b>	Danilo Ribeiro
<b>Tipo do Documento:</b>	Tese
<b>Situação:</b>	Finalizado
<b>Nível de Acesso:</b>	Ostensivo (Público)
<b>Tipo do Conferência:</b>	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Danilo Ravel Ribeiro, ALUNO (20182620041) DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL - JOÃO PESSOA**, em 27/07/2023 20:31:13.

Este documento foi armazenado no SUAP em 27/07/2023. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 889440

Código de Autenticação: 979898bfd5

