



INSTITUTO FEDERAL

Piauí

Campus Pedro II



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PEDRO II
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

MATHEUS HENRIQUE MACEDO

ANÁLISE DA POTABILIDADE DA ÁGUA DE CHAFARIZES EM CINCO BAIRROS
DO MUNICÍPIO DE PEDRO II-PI

PEDRO II, 2020

MATHEUS HENRIQUE MACEDO

**ANÁLISE DA POTABILIDADE DA ÁGUA DE CHAFARIZES EM CINCO BAIRROS
DO MUNICÍPIO DE PEDRO II-PI**

Projeto de pesquisa apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI *Campus* Pedro II, como requisito para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso –TCC II.

ORIENTADORA: TELMA REGINA MARTINS AGUIAR M. PEDROSA

PEDRO II, 2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Macedo, Matheus Henrique

M141a Análise da potabilidade da água de chafarizes em cinco bairros do município de Pedro II-PI / Matheus Henrique Macedo. - 2020.
42 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Pedro II, 2020.

Orientadora : Profa Ma. Telma Regina Aguiar Magalhães Pedrosa.

1. Qualidade da água - Pedro II (PI). 2. Recursos hídricos . 3. Saúde pública . I. Título.

CDD - 570

Elaborado por Wirllanna Naira da Silva Torres CRB 3/1088

MATHEUS HENRIQUE MACEDO

**ANALISE DA POTABILIDADE DA ÁGUA DE CHAFARIZES EM CINCO BAIRROS
DO MUNICÍPIO DE PEDRO II-PI**

Projeto de pesquisa apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI *Campus* Pedro II, como requisito para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso –TCC II.

Aprovado em: __/__/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Ms. Telma Regina Aguiar Magalhães Pedrosa
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFPI Campus Pedro II
Orientadora – Presidente da banca

Prof. Dr. Lidiane Lindinalva Barbosa Amorim
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFPI Campus Pedro II
Membro interno

Prof. Ms. Anangela Ravena da Silva Leal
Membro externo

DEDICATORIA

Deus, a minha família e meus amigos.

AGADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado saúde e força, e também minha família, em especial meus pais Luzanira e Antonio José, por estarem sempre me ajudando nos momentos mais difíceis. A minha tia Daiana, que me incentivou a entrar no IFPI, e que sempre me orienta quando preciso de ajuda. Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - IFPI, por proporcionar essa oportunidade de fazer o curso. A minha orientadora Ms. Telma Regina, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos. Meus agradecimentos aos amigos Camila, Lucas, Gabriela e Claylton, companheiros de trabalhos, que me ajudaram muito na realização desse trabalho, que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida com certeza.

“O sucesso é ir de fracasso em fracasso sem perder entusiasmo.”

Winston Churchill

RESUMO

Com a escassez hídrica, algumas regiões do Brasil, especialmente o Nordeste, precisam de meios alternativos e eficazes para seu consumo de água, uma das alternativas encontradas pela população são os chafarizes. Esse tipo de fonte hídrica é muito comum em diversos locais, porém, não costumam passar por tratamentos adequados. Nessa circunstância, essa pesquisa objetivou analisar a qualidade da água de alguns chafarizes dos bairros Cristo Rei, Mutirão, Vila Kolping, Boa esperança e do Centro, situados no município de Pedro II-PI. Para isso, foram feitas as análises dos parâmetros físico-químico e microbiológico de 10 amostras coletadas dos 5 pontos de coletas (chafarizes), sendo duas amostras em cada bairro, uma de cada parâmetro. Os parâmetros físico-químicos analisados foram: pH, turbidez, alcalinidade, dureza, cloreto e condutividade. Nas análises microbiológicas foram para a determinação de *Escherichia coli* e *Coliformes totais*, utilizando-se a técnica do substrato cromogênico/enzimático. Todos os resultados foram comparados com os padrões estabelecidos pela Portaria Nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, revelam que em todas as amostras o pH está abaixo do padrão estabelecido, causando assim uma acidez na água, que em níveis exagerados, pode ser prejudicial ao consumidor, porém, nas amostras bacteriológicas não foi apresentado nenhum tipo de contaminação, seja de *Escherichia coli* ou de Coliformes totais. As demais amostras estão todas dentro dos padrões exigidos pela Portaria nº 2.914 de 12/12/2011.

Palavras-chaves: Água; Chafarizes; Parâmetros; Portaria Nº 2.914.

ABSTRACT

With water scarcity, some regions of Brazil, especially the Northeast, need alternative and effective means for their water consumption, one of the alternatives found by the population are the fountains. This type of water source is very common in several places, however, they do not usually go through appropriate treatments. In this circumstance, this research aimed to analyze the water quality of some neighborhood fountains of Cristo Rei, Mutirão, Vila Kolping, Boa esperança e do Centro, located in the city of Pedro II-PI. For that, was made the analysis of the physical-chemical and microbiological parameters of 10 samples collected from the 5 collection points (fountains), two samples at each point, one from each parameter. The physical-chemical parameters analyzed were: pH, turbidity, alkalinity, hardness, chloride and conductivity. In the analyzes microbiological tests were used to determine *Escherichia coli* and *Coliformes totais*. All results were compared with the standards established by the Portaria Nº 2.914 de 12 de março de 2011 do Ministério da Saúde, reveal that in all the samples the pH is below from the established standard, causing an acidity in the water, which at exaggerated levels, can be harmful to the consumer, however, in the bacteriological samples, no type of contamination was found, either the *Escherichia coli* or *Coliformes totais*. The samples are all within the standards required by the Portaria nº 2.914 de 12/12/2011.

Keywords: Water; Fountains; Parameters; Portaria nº 2.914.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 01. Imagem dos pontos de coleta.....	23
FIGURA 02. Coleta das amostras no centro de Pedro II.....	24
FIGURA 03. Chafariz do bairro Boa Esperança.....	25
FIGURA 04. Chafariz do bairro Cristo Reis.....	26
FIGURA 05. Chafariz do bairro Vila Kolping.....	26
FIGURA 06. Chafariz do bairro Mutirão.....	27

LISTA DE TABELAS

TABELA 01. Coordenadas dos pontos de coletas dos chafarizes de Pedro II-PI	22
TABELA 02. Resultado das análises microbiológicas	35

LISTA DE SIGLAS

μM	Micromolecular
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e estatísticas
pH	Potencial Hidrogeniônico
SUS	Sistema Único de Saúde

LISTA DE GRAFICOS

GRÁFICO 01. Resultado da análise do nível de alcalinidade da água.....	29
GRÁFICO 02. Resultado da análise do nível de turbidez da água	30
GRÁFICO 03. Resultado da análise do nível de condutividade da água.....	31
GRÁFICO 04. Resultado da análise do nível de cloreto da água	32
GRÁFICO 05. Resultado da análise do nível de dureza da água.....	33
GRÁFICO 06. Resultado da análise do nível de pH da água.....	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.2 JUSTIFICATIVA	15
1.3 OBJETIVOS	16
1.3.1 Objetivo Geral	16
1.3.2 Objetivos Específicos	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NO BRASIL	17
2.2 ÁGUA NO NORDESTE	18
2.3 MANEIRAS ALTERNATIVAS PARA A OBTENÇÃO DE ÁGUA	18
2.4 CHAFARIZES	19
2.5 QUALIDADE DA ÁGUA	19
3 METODOLOGIA	21
3.1 ÁREA DE ESTUDO	21
3.2 COLETA DE DADOS	21
3.2.1 Etapa pré-campo	21
3.2.2 Etapa de campo	21
3.2.3 Etapa pós-campo	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
4.1 ALCALINIDADE	30
4.2 TURBIDEZ	31
4.3 CONDUTIVIDADE	32
4.4 CLORETO	33
4.5 DUREZA	34
4.6 PH	35
4.7 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	37
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

A maior parte da superfície do planeta Terra é composta por água, aproximadamente 70% de sua extensão territorial, sendo um dos recursos mais encontrados em todo o planeta, também sendo muito importante para todos os tipos de vida encontrados na Terra. Mesmo sendo abundante, somente uma pequena parte de toda essa água é usada para o consumo humano, que se trata da água doce, tornando esse bem ainda mais precioso (BARROS; AMIN, 2008).

A água é necessária, praticamente, em todas as atividades do nosso dia a dia, por exemplo: para satisfazer as necessidades básicas do nosso organismo; os afazeres domésticos; o abastecimento das casas, indústrias e comércios; o uso na agricultura, através das irrigações; na pecuária e também na mineração ainda muito explorada em nosso país. Podemos citar mais inúmeras utilidades da água, não esquecendo que ela é finita (SCHMILDT et al., 2007). Porém, mesmo sendo um recurso limitado e de importância vital para toda a humanidade, a água está sendo desperdiçada se tornando um produto ainda mais escasso. O terceiro fórum mundial da água, no Japão em 2003, já apontava um crescimento no consumo de água da população mundial, enquanto algumas reservas estão acabando, fazendo com que futuramente bilhões de pessoas não usufruam de água com uma boa qualidade.

No relatório das Nações Unidas, que fala sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos, cujo tema é: “Água para um mundo sustentável” prevê o aumento da demanda por água em todos os setores de produção, o que causará um déficit de água em 40% até o ano 2050. A preocupação maior é com a agricultura, que hoje consome cerca de 70% da água doce disponível para irrigação, precisará produzir globalmente 60% a mais de alimentos em 100% em países subdesenvolvidos devido ao aumento populacional. Na indústria manufatureira haveria o aumento de 400% de consumo de água. Esse aumento será sentido fortemente em economias emergentes e países em desenvolvimento como o Brasil (UNESCO, 2015). E com essa falta de água se agravando ano após ano, a população fica cada vez mais refém de formas diferenciadas para conseguir água, como poços e chafarizes.

Segundo Piterman e Greco (2005), desde os tempos mais antigos, como forma de sobrevivência os povos se localizavam próximos a fontes de água para atender suas necessidades, e isso é mantido até os tempos atuais. E com o crescimento econômico e social, houve o desenvolvimento dos sistemas de abastecimento de

água no mundo e no Brasil, devido a criação de políticas públicas, que visavam combater as doenças para um melhoramento no setor econômico.

E com a demanda de água aumentando progressivamente, algumas regiões se mostram necessitadas por sua escassez, e um desses lugares é o Nordeste (MORENGO, 2010). Fazendo com que a população dessa região procure novas formas para a obtenção desse produto, se utilizando assim de poços e principalmente chafarizes já que são as formas mais fáceis de consegui-la na região. No entanto, na maioria dos casos, esses meios não apresentam condições adequadas de água (NETO, 2014).

Isso mostra a importância dos poços e chafarizes como fontes de abastecimentos de água, mas também é necessário que seja feita uma higienização adequada dos mesmos. Já que em muitas localidades, a maior parte da população do Nordeste abastece-se com água desses locais, assim como na cidade de Pedro II, onde a maioria dos habitantes utilizam os chafarizes para obtê-la. Porém, como falado anteriormente, há uma falta de tratamento desses chafarizes, podendo acarretar em problemas para a população.

1.2 JUSTIFICATIVA

Segundo Moraes (2002), o crescimento populacional e econômico mundial, vem causando rapidamente a escassez de água em alguns países. Onde a demanda de água é distribuída em 70 a 80% para a irrigação, aproximadamente 20% para indústria, e somente 6% para o uso doméstico.

Devido à falta de água, se faz necessário que a população busque formas alternativas para a obtenção de água potável afim de satisfazer suas necessidades. Apesar do Brasil ser privilegiado em relação a fontes hídricas, ele não apresenta uma boa distribuição desses recursos, sendo afetado pela escassez hídrica; o quadro mais alarmante de seca é apresentado no Nordeste, a parte semiárida nacional (CIRILO, 2015). O Piauí está entre os 127 municípios da região semiárida brasileira, segundo a delimitação Semiárida brasileiro (BRASIL, 2005).

Na cidade Pedro II-PI, a limitação dos recursos hídricos faz com que os habitantes passem a utilizar maneiras alternativas para a obtenção de água, dentre elas pode ser citado a escavação de poços, e os chafarizes, que são os principais meios de abastecimento de água utilizados por uma parte significativa da população

Pedro-Segundense. O chafariz aparece como uma boa alternativa para suprir a demanda de água; porém esse mecanismo de abastecimento público, fornece aos habitantes da região água não tratada (NETO, 2014).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Realizar análises dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água dos chafarizes de Pedro II-PI para verificação se a mesma está nos padrões aceitáveis de consumo.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Selecionar os chafarizes para o estudo;
- Realizar coleta da água para exames posteriores;
- Verificar a análise físico-química e microbiológica das amostras de água coletas;
- Identificar problemas na infraestrutura dos chafarizes do local;
- Elaborar um mapeamento dos chafarizes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NO BRASIL

Devido a diversas condições o território brasileiro possui uma grande diversificação climática em virtude de inúmeros fatores como por exemplo sua extensão territorial, a altitude de algumas regiões e sua configuração geográfica, a dinâmica das massas de ar e o relevo. No Brasil também ocorre uma grande variação pluviométrica, na maior parte de seu território, cerca de 1.000 e mais de 3.000 mm/ano (REBOUÇAS, 2003).

De acordo com Bicudo et al. (2010), a distribuição da água ocorre da seguinte maneira, para a agricultura são utilizados cerca de 68% da água do Brasil, sendo a parte que mais consome água no território, em seguida vem o abastecimento público com aproximadamente 18% e para as indústrias são destinadas cerca de 14% da água no Brasil.

No território brasileiro, cerca de 80% dos esgotos são lançados em corpos da água sem nenhum tipo de tratamento; 85% desses esgotos são domésticos e 15% são industriais. A alta taxa populacional causa um aumento no índice de esgoto produzido no Brasil, em locais que não há saneamento básico ou mesmo que tenham um saneamento ineficiente os recursos hídricos são poluídos, pode ser pelo lençol freático ou devido o despejo direto no meio aquático (CALHEIROS; OLIVEIRA, 2005).

Além de possuir uma enorme população que não recebe pelo menos o saneamento básico, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, no Brasil existe uma grande desigualdade e desequilíbrio em relação a esse tipo de serviço. Entre os 5.564 municípios existentes no Brasil, 33 desses não possuem abastecimento de água e cerca de 2.495 não possuem rede de coleta de esgoto, ou seja, aproximadamente 18% da população corre risco de contrair alguma doença em decorrência da falta dessa rede de esgotos (IBGE, 2010)

Mesmo sendo um dos países com maior abundância de água doce do mundo, algumas cidades sofrem com a falta de abastecimento, tendo na Região Nordeste um dos lugares mais afetados, mesmo sendo a região com maior percentual de descarga de água do Brasil, perto de 80% (REBOUÇAS, 2003).

2.2 ÁGUA NO NORDESTE

A região Nordeste ocupa cerca de 18% de todo o Brasil, onde habitam aproximadamente 27,7% da população brasileira, tornando-a a área semiárida mais ocupada do mundo. Essa região é afetada por problemas crônicos de deficiência hídrica, com grandes períodos de estiagem, intensificados pela grande facilidade de evaporação da água na região (MORENO, 2010).

O Nordeste brasileiro é historicamente afetado pela seca desde de 1552 (VILLA, 2001). As regiões do semiárido nordestino apresentam instabilidade em relação as chuvas e baixo percentual pluviométrico, menos que 800mm anualmente, fazendo com que boa parte de suas regiões sofra com problemas de falta de recursos hídricos. E a falta de equipamentos eficientes para o estoque de água (recurso encontrado geralmente com a menor parte da população) faz com que aumente ainda mais esse problema social (MORENO, 2010).

2.3 MANEIRAS ALTERNATIVAS PARA A OBTENÇÃO DE ÁGUA

Com a necessidade de água cada vez mais evidente a população precisou ir atrás de fontes de água para sua sobrevivência, inicialmente os povos se deslocavam para bacias hidrográficas para seu abastecimento, porém com o desenvolvimento da população e avanços na tecnologia foram surgindo outras formas para conseguir esse recurso (PITERMAN; GRECO, 2005).

A construção de estruturas para armazenamento e distribuição de água era quase que inevitável devido o desenvolvimento tecnológico. Com isso foram surgindo as primeiras construções barragens, poços, aquedutos e chafarizes se especula que foram construídos primeiramente na Grécia, Egito e Mesopotâmia (RESENDE; HELLER, 2002). Havendo assim um melhoramento no modo de vida da população, contudo, tinha os riscos de doenças devido à falta de saneamento básico.

Essa falta de saneamento no abastecimento de água acabam sendo responsáveis por cerca de 80% de todas as doenças hídricas, as águas contaminadas devido à falta de tratamento causam também mais de um terço das mortes em países em desenvolvimento (HESPANHOL, 2002).

2.4 CHAFARIZES

Os chafarizes foram criados historicamente para atender a necessidade do povo, em relação ao consumo de água, surgindo como uma forma alternativa para a obtenção desse recurso. O chafariz, como dito anteriormente, é formado por uma estrutura utilizada com o fim de armazenar água e outra com a finalidade de liberação dessa água armazenada por meio de torneiras, e sua estrutura externa composta por alvenaria (BRASIL, 2014). Segundo Neto (2007) apesar de ser uma fonte muito usada pelos povos, existe ainda uma falta no controle do saneamento básico dessas estruturas. Em um estudo feito em oito chafarizes situados alguns bairros do município de Fortaleza, Ceará, por Bezerra et al. (2017), nas amostras analisadas mostraram que 37,5% deles apresentam que as águas estão com o nível de acidez acima do normal, apresentando níveis baixos de pHs. Em seus resultados mostra que apenas um dos oito chafarizes apresenta uma água com qualidade aceitável para o consumo de acordo com o exigido pela Portaria Nº 2.914/2011. Em alguns casos possuindo concentração de nitrato alta não permitindo seu consumo, já em outros apresentaram *Escherichia coli*, podendo acarretar problemas para saúde de quem a consome.

A falta de fiscalização dos chafarizes também ocorre na cidade de Pedro II, mostrando assim que se faz necessário fazer avaliações na água através de análises físico-química e microbiológicas, afim de saber se ela é realmente própria para consumo humano, sem causar riscos para a saúde da população.

2.5 QUALIDADE DA ÁGUA

Somente a partir do final do século e início do século 20 foi que se começou a preocupação com relação a qualidade da água para consumo, antes disso a maior preocupação que se tinha era em relação aos aspectos sensoriais e estéticos, como gosto, a cor e o odor, esses eram os sinais consideravam que a água estava própria para consumo (FREITAS; FREITAS, 2005).

Na resolução CONAMA 357/05, está estabelecido as classificações e diretrizes para a disposição das águas superficiais e subterrâneas, estabelecendo as circunstâncias e padrões de lançamento de efluentes. Define também a qualidade

requerida nas concentrações permitida para cada substância. A qualidade da água é determinada avaliando três diretrizes: físicos, químicos e biológicos (FUNASA, 2014).

De acordo com o Art. 5º da Portaria Nº 518/2004 é dever e obrigação do Ministério da saúde providenciar e monitorar a vigilância da qualidade da água, juntamente com a Secretaria de Saúde dos Estados e do Distrito Federal e com quem é o responsável pelo controle de qualidade da água, seguindo a legislação que o SUS regulamenta. Esse monitoramento é feito através de análises físico-químicas e microbiológicas, feitas estrategicamente, para a verificação das qualidades dos parâmetros, seguindo a legislação responsável pelo padrão de potabilidade (BRASIL, 2006).

3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

Pedro II é um município que se encontra à noroeste do estado do Piauí (04°25'29"S e 41°27'31"O), a aproximadamente 200 km da capital Teresina, possuindo uma área territorial irregular de 1.544,565 km² (IBGE, 2017). Possuindo uma população com cerca de 37.496 habitantes segundo o censo demográfico de 2010. E segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 2019 houve um aumento para aproximadamente 38.742 pessoas.

A cidade de Pedro II localiza-se a 600 m acima do nível do mar, com regiões que chegam até a 720 m, como a Serra dos Matões. Caracteriza-se por possuir temperaturas agradáveis devido a sua altitude, e também, por ser uma cidade localizada na região semiárida, possui um clima seco (MILANEZ; PUPPIM, 2009).

3.2 COLETA DE DADOS

3.2.1 Etapa pré-campo

Nessa etapa foram feitas pesquisas bibliográficas relacionadas, com o tema proposto. Foram coletadas informações em artigos científicos utilizando sites como Google Acadêmico, SciELO e ResearchGate. Foram pesquisados dados de abastecimentos de água, distribuição da água no Brasil, fontes alternativas de água, parâmetros da sua qualidade para o consumo da população, além de dados sobre chafarizes.

Para mais informações sobre os chafarizes de Pedro II, foi feita uma visita ao Centro de Endemias da cidade, onde foi fornecida informações sobre o número de chafarizes encontrados na cidade e também suas localizações.

3.2.2 Etapa de campo

Para a pesquisa foram selecionados 5 chafarizes em regiões distintas na cidade de Pedro II-PI, na seleção deles, procurou-se locais distintos de coleta na cidade, tendo em vista uma maior abrangência de dados e materiais para estudo.

De acordo com dados disponibilizados pela Central de Endemias da cidade de Pedro II, existem 35 chafarizes distribuídos por todos os bairros, dois deles encontram-se desativados: Chafariz Nonato Patrício, localizado na rua Antonio Gonçalves, bairro Boa Esperança e Chafariz São Francisco, localizado na rua Padre Áureo, no bairro Mutirão.

Foram selecionadas amostras de água de CINCO chafarizes em pleno funcionamento NO município de PEDRO-II (Tabela 1; Figura 1).

Tabela 01. Coordenadas dos pontos de coletas dos chafarizes de Pedro II-PI.

Pontos de coletas	Coordenadas
1 CH - Chafariz do Bairro: Centro	4°25'40" S 41°27'29"W 1,10km
2 CH - Chafariz do Bairro: Boa Esperança	4°25'06" S 41°26'58"W 1,13km
3 CH - Chafariz do Bairro: Cristo Rei	4°25'39" S 41°26'53"W 1,11km
4 CH - Chafariz do Bairro: Vila Kolping	4°26'22" S 41°27'03"W 1,12km
5 CH - Chafariz do Bairro: Mutirão	4°26'08" S 41°27'20"W 1,10km

Fonte. Acervo pessoal, 2020.

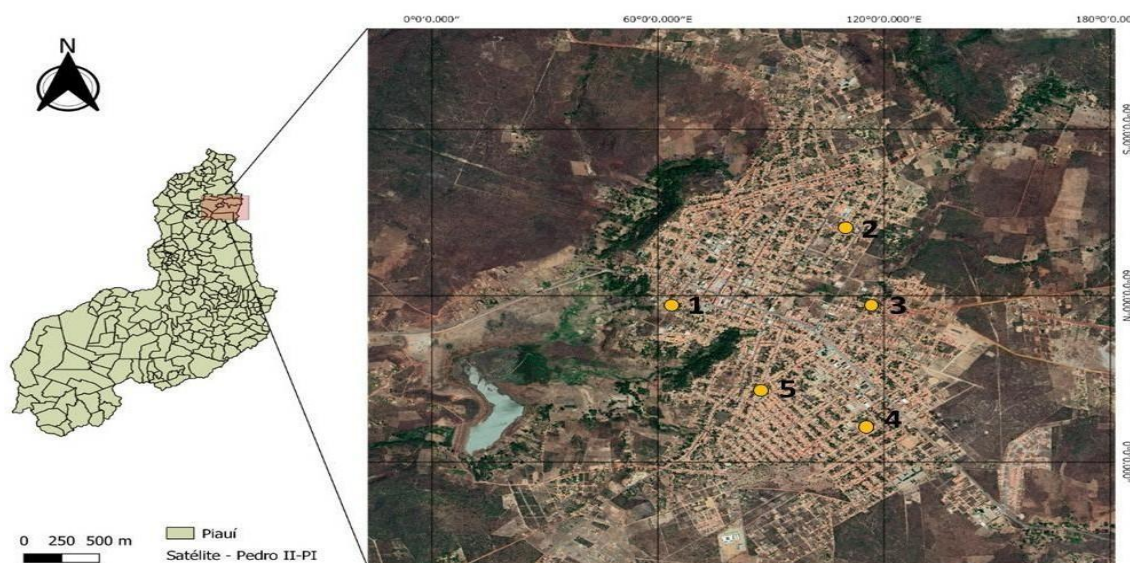


Figura 01. Imagem dos pontos de coleta. Fonte: Acervo pessoal, 2020.

Os chafarizes selecionados para que se fosse feita a coleta da água para a análise foram denominados de 1 CH, 2 CH, 3 CH, 4 CH e 5 CH para facilitar no momento da identificação dos mesmos. Na coleta da água para a análise foram utilizadas garrafas pet, para o parâmetro físico-químico, já para as análises microbiológicas foram com frascos de polipropileno transparente com tampa flip top, fecho duplo, estéril, descartável CAPITOL para 100 ml de amostra com pastilha de tiosulfato de sódio Pk 100. usadas luvas para a higienização, foram também utilizados algodões embebidos em álcool 70% para a limpeza das torneiras, que eram deixadas abertas para escorrer a água por dois minutos. As garrafas pets para as análises físico-químicas, eram lavadas duas vezes com água da própria torneira, sendo feita, posteriormente, as coletas.



Figura 02 - Rio Grajaú e seus efluentes que são lançados pela cidade de Grajaú – MA. A– Prainha; B– Ponte de Cimento; C– Depois da Ponte; D– Canecão; E– Porto da Nanana e F– Limoeiro.

Tabela 02 - Dados das metodologias adotadas, unidades de medida adotada e valor máximo permitido para análises dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

O chafariz de número 1, foi o do mercado público, na rua Calçadão João Matias, no centro da cidade, exatamente na feira. Por ser na feira da cidade, é um local muito movimentado, essa fonte de água é utilizada tanto pelos comerciantes como pela população normal. É usada principalmente pelos trabalhadores para lavar

alguns materiais, bacias, entre outras coisas. Notou-se que as torneiras ficam expostas a qualquer tipo de uso e sem nenhum tipo de proteção,



Figura 02. Coleta das amostras no centro de Pedro II. Fonte: Acervo pessoal, 2019.

O 2 é o chafariz do bairro Boa Esperança, na rua Joaquim Braga. Também é muito movimentado, com constante entrada e saída de moradores que utilizam sua água nas práticas diárias: beber, lavar louças, e para tomar banho. O chafariz se encontra muito próximo as residências, o que pode causar contaminação a água, devido as fossas das casas



Figura 03. Chafariz do bairro Boa Esperança. Fonte: Acervo pessoal, 2019.

O chafariz 3 está localizado próximo a barragem do bairro Cristo Reis, na rua Francisco Barros. Esse chafariz é um pouco menos movimentados que os outros, um pouco afastado das residências, porém, em sua proximidade nota-se diversos resíduos e lixo ao redor, mostrando assim uma falta de preocupação tanto por parte dos moradores como por parte dos órgãos responsáveis pela limpeza desse chafariz.



Figura 04. Chafariz do bairro Cristo Reis. Fonte: Acervo pessoal, 2019.

O chafariz 4 encontra-se no bairro Vila Kolping, praça Monsenhor Lotário Weber, rua Raimundo Pedro. Não diferentemente dos demais, acontece uma grande procura por parte da população a esse chafariz, o que se diferencia dos outros é a distância que ele possui das casas, consequentemente das fossas residenciais.



Figura 05. Chafariz do bairro Vila Kolping. Fonte: Acervo pessoal, 2019

O chafariz 5 está localizado próximo à praça do bairro Mutirão, rua Domingos Nogueira de Castro. Sempre movimentada, se encontra ao lado de um bar, podendo

correr risco de contaminação de sua água devido à proximidade da fossa do tal estabelecimentos e residenciais.



Figura 06. Chafariz do bairro Mutirão. Fonte: Acervo pessoal, 2019.

As amostras foram identificadas, acondicionadas em caixas térmicas e transportadas até o laboratório DO Instituto Federal de educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Caucaia para realização das demais análises físico-químicas e microbiológicas.

3.2.3 Etapa pós-campo

As análises feita pelo laboratório do Instituto Federal de educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Caucaia, levou em consideração os parâmetros físico-químicos e microbiológicos. No parâmetro físico avaliou-se a turbidez e condutividade, no parâmetro químico avaliou-se o pH, alcalinidade, cloreto e dureza, e no microbiológico avaliou-se os Coliformes totais e *Escherichia coli*.

Para a avaliação do pH, utilizou-se o pHmetro MS TECNOPON, modelo MPA-210; para a turbidez foi utilizado o MS TECNOPON, modelo TB-1000; para o parâmetro da condutividade usou-se o MS TECNOPON, modelo LUCA-150; o método utilizado para medir a alcalinidade foi titulométrico de ácido sulfúrico, baseado no *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*, 20^a e 21^o edição; para o cloreto utilizou-se o Método Titulométrico de MOHR, baseado no *Standard Methods*

for *Examination of Water and Wastewater*, 20^a e 21^o edição; e o método usado para medir a dureza foi o Método Titulométrico com EDTA e Eriocromo T, baseado no *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*, 20^a e 21^o edição (FEDERATION et al., 2005)

Tabela 1 – Parâmetros físico-químicos analisados com respectivas marcas e metodologias utilizadas.

Parâmetros	Equipamento	Marca/Modelo
Alcalinidade (mg L ⁻¹)	-	Alfakit
Amônia (mg L ⁻¹)	-	Alfakit
Cor (mg Pt-Co L ⁻¹)	Colorímetro	Digimed/ DM-COR
Cloro residual livre (mg L ⁻¹)	-	Alfakit
Cloretos (mg L ⁻¹)	-	Alfakit
Condutividade elétrica (µs)	Condutivímetro	Digimed/DM-32
Dureza (mg L ⁻¹)	-	Alfakit
Ferro (mg L ⁻¹)	-	Alfakit
Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹)	Oxímetro	Digimed/DM-4P
pH	pHmetro	Digimed/DM-20
Temperatura da água (°C)	Oxímetro	Digimed/DM-4P
Temperatura ambiente (°C)	Termômetro de 0° a 60°	Incoterm
Turbidez (NTU)	Turbidímetro	Digimed/DM-TU
Sólidos Dissolvidos Totais (mg L ⁻¹)	Forno-Mufra/ balança-analítica/ cadinho / Dessecador/ Temporizador	Splabor/ balança bel engineering/ cadinho de Gooch/ Dessecador Vidrolabor/ Temporizador Coel

Para as análises microbiológica dos grupos de bactérias *Escherichia coli* e *Coliformes totais* foi utilizada a técnica do substrato cromogênico/enzimático, usando como reagente o cromogênico do tipo colilert, as amostras ficam encubadas em uma estufa bacteriológica a uma temperatura de 35°C a 37°C entre um período de 18 a 24 horas.

Em relação a presença de *Escherichia coli* foi utilizado uma luz ultravioleta (360nm), no teste, se a cor da amostra ficar azul, será positiva a presença dessa bactéria; para a análise do Coliformes totais é feito o mesmo processo, utiliza-se a luz ultravioleta (360nm), no qual, se a amostra apresentar cor amarelada, será positivo a presença de Coliformes totais, caso fique incolor, significa que há a ausência dessas bactérias.

Para a avaliação da potabilidade da água para consumo humano, os resultados foram comparados aos parâmetros da Portaria do Ministério da Saúde nº 2914 de 2011 (BRASIL, 2011) e a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 396 de 2008 (CONAMA, 2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados das análises das amostras dos oito chafarizes encontram-se na tabela 2, estes resultados são comparados com os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde.

Tabela. Resultados dos parâmetros físico-químicos analisados

Tabela 2. Resultados dos parâmetros físico-químicos analisados frente as amostras de água de chafarizes da Regional VI, Fortaleza-Ce, com indicação do valor máximo permitido pela Portaria N. 2.914/2011.

Parâmetros	Chafarizes								Valor Máximo
	1	2	3	4	5	6	7	8	
pH	6,5	4,8	6,3	7,6	5,4	7,3	7,2	5,8	6,0-9,5
Cor (uH)	<LD	6,0	<LD	<LD	<LD	<LD	1	<LD	15
Turbidez (UT)	0,86	0,53	0,24	0,44	0,25	0,60	0,27	0,12	5
Alcalinidade (mg/L)	52	4,0	50	128	16	184	54	10	-
Dureza	34	82	80	58	104	82	42	48	500
Cálcio (mg/L)	4,01	7,21	11,22	3,21	8,02	8,02	4,81	6,41	-
Magnésio (mg/L)	5,83	15,55	12,64	12,15	20,42	15,07	7,29	7,77	-
Cloretos (mg/L)	49,23	124,5	123,5	26,12	110,5	34,29	40,19	63,30	250
Sódio (mg/L)	75	92,9	109,1	68,5	64,8	86,3	35,9	44,7	200
Potássio (mg/L)	4,7	11,8	4,3	6,0	8,6	8,8	6,5	2,7	-
Nitrito (mg/L)	0,004	0,054	0,003	0,004	0,003	0,003	0,004	0,004	1
Nitrato (mg/L)	5,3	18,4	8,5	1,1	12	1,3	1,9	3,5	10
Amônia (mg/L NH ₃)	<LD	0,6	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	1,5
Condutividade (µS)	426	678	671	375	542	505	261	310	-
Ferro (mg/L)	0,06	0,02	0,01	0,01	<LD	<LD	0,02	0,02	0,3
Sulfato (mg/L)	43	9,0	18	30	<LD	43	1,0	<LD	250
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	195,7	316	313	174,9	258	240	124,6	149	1000

Legenda: < LD= menor que limite de detecção; Aus= ausente; - = limite máximo não estabelecido pela Portaria 2914/2011

Através das análises realizadas no período de estudo pode se verificar os seguintes resultados descritos na tabela 1.

Tabela 01 – Análise Físico-química e microbiológica da água da Bica do Chafariz

Parâmetro	Valor (média)	Referência (Port.2914/11)
Bactérias heterotróficas	902 UFC/mL	Max.500UFC/mL
Coliformes	Presença	Ausência/100mL
Termotolerantes/100mL		
E. coli/100mL	Presença	Ausência/100mL
pH	4,8	6-9
Temperatura da água	23,5°C	
Odor	Ausente	
Cor aparente	3 Uh	15 Uh
Turbidez	<0,3 NTU	5 NTU
Dureza	9,1mgCaCO ₃ /L	500mg/L
Cloro residual livre	<0,3 mgCl/L	5mg/L
Nitrogênio total	10,3 mg N-NO ₃ /L	
Nitrogênio amoniacal	0,13mg N-NH ₃ /L	1,5mg/L
Nitrato	12,2mg/L	10mg/L
Nitrito	<0,015 mg/L	1,5 mgF/L
Fluoreto	<0,14 mgF/L	1,5mg/L

UFC: Unidades Formadoras de Colonia, N.T.U: Nephelometric Turbidity Unit, Uh: Unidade Hazen (mgPt-

4.1 ALCALINIDADE

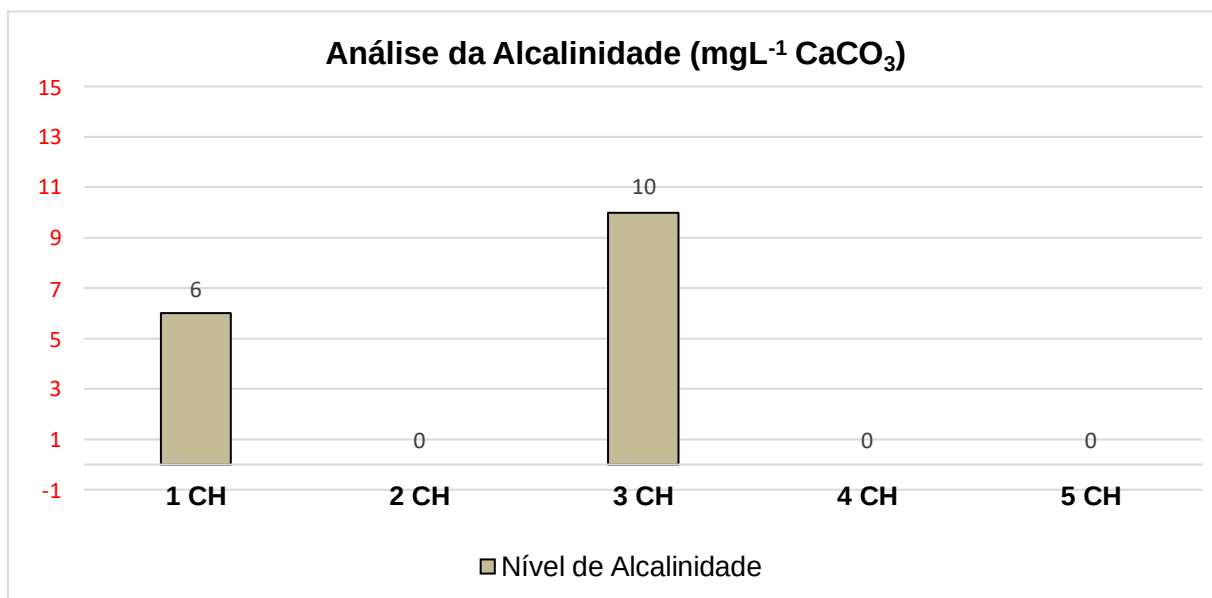
os resultados do parâmetro alcalinidade foram todos inferiores a 10 mg/L de CaCO₃. Estudos realizados em águas subterrâneas do poço da Universidade Federal de Santa Maria/RS, mostram que a mesma apresenta alcalinidade a bicarbonatos e que os valores encontrados variaram entre 134 e 209 mg/L CaCO₃ (Marion et al., 2007). Esses resultados sugerem que a alcalinidade de Pedro II está abaixo dos obtidos em estudos de outras regiões, o que sugere uma capacidade de tamponamento satisfatório, sendo assim, as águas dos chafarizes não são susceptíveis às mudanças de pH, no caso de alterações ambientais.

A alcalinidade mede o potencial da água de tamponação de água e equivalentes (SILVA; OLIVEIRA, 2001). A alcalinidade, em águas naturais, é proveniente da presença de íons de hidróxidos, carbonatos e bicarbonato (POHLING, 2009). Encontrada em concentrações moderadas ela é incapaz de causar danos à saúde da população, e em concentrações altas somente confere saber desagradável a água, portanto, a determinação da alcalinidade é importante em relação aos processos de tratamento de água (PEREIRA et al., 2010).

Por não apresentar nenhum tipo de risco a saúde pública, a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, não estabelece um limite de Alcalinidade a ser

atingido, porém, é importante que se faça a sua análise para obter um controle na etapa de floculação, processo utilizado em estações de tratamento de águas para abastecimentos e residuais.

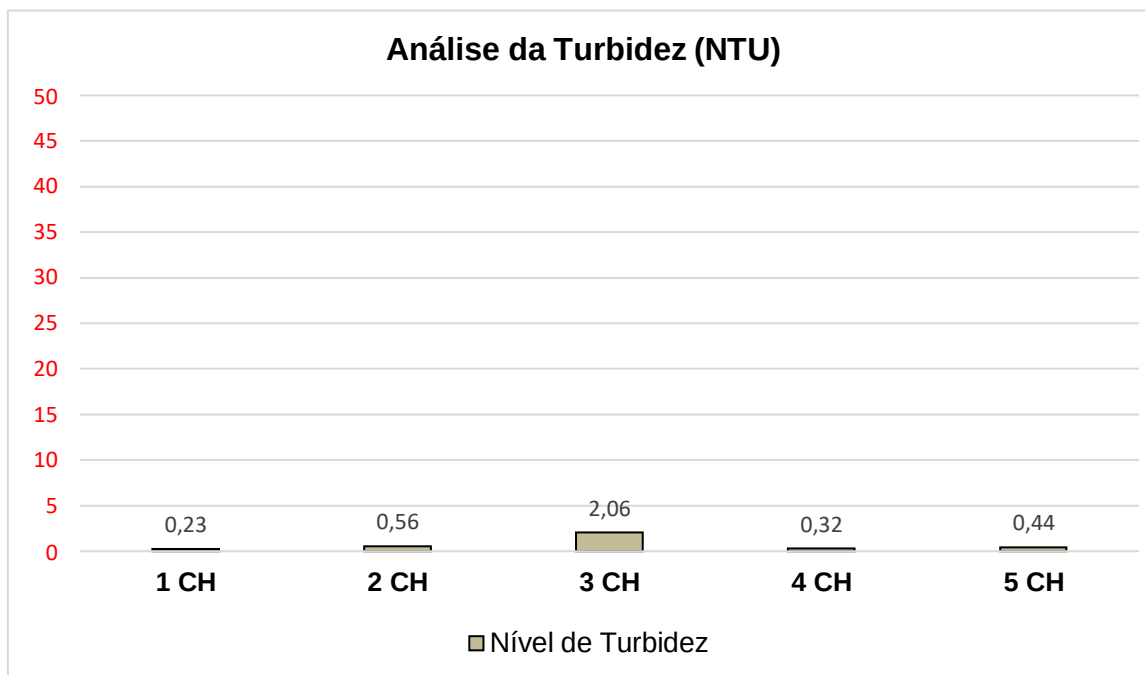
Gráfico 01. Resultado da análise do nível de alcalinidade da água.



Fonte: Acervo pessoal, 2020.

4.2 TURBIDEZ

Para a turbidez, todas as amostras analisadas estão dentro do padrão de potabilidade estabelecido (Gráfico 2), evidenciando a ausência ou baixa incidência de material coloidal. A Turbidez é o parâmetro que mede o nível de dificuldade que a luz tem para atravessar a água, o motivo que pode dificultar a passagem da luz pela água é a presença de materiais em suspensão encontrados nela (BRASIL, 2006). O Valor de Turbidez determinado pela Portaria Nº 518/2004 do Ministério da Saúde é de 50 NTU, os resultados obtidos nas análises mostram (Gráfico 04) que todos os pontos de coleta apresentam baixo teor de partículas sólidas suspensas na água ou a presença de materiais orgânicos em decomposição ou sais dissolvidos

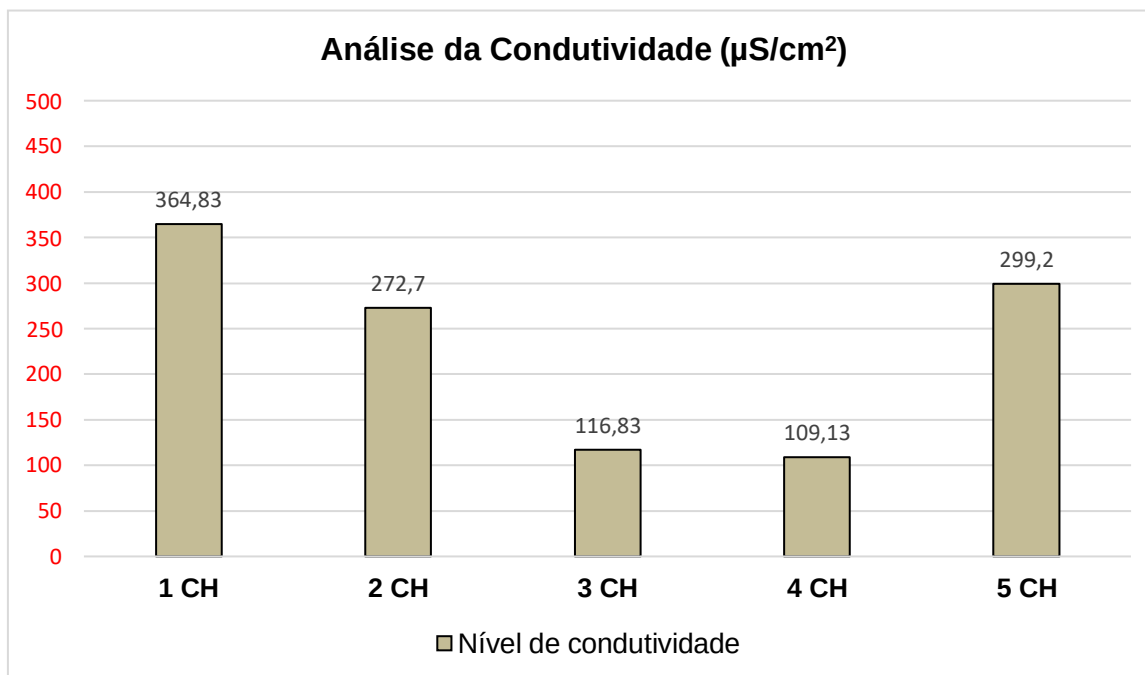
Gráfico 02. Resultado da análise do nível de turbidez da água.

Fonte: Acervo pessoal, 2020.

4.3 CONDUTIVIDADE

Quanto a condutividade, as amostras dos chafarizes variaram entre 109,1 A 364,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Gráfico 3). Os valores de condutividade obtidos para as águas analisadas foram superiores a 75,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$, o que permite concluir que as amostras possuem alta concentração de sais minerais, pois há muitos íons/sais dissolvidos. A condutividade nada mais é do que a capacidade que a água possui de conduzir correntes elétricas, isso está relacionado com a quantidade de material dissolvido na água (POHLING; FERREIRA; FARIAS, 2005).

Não é estabelecido pela Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da saúde, nenhum valor máximo para esse parâmetro, entretanto, é importante que se faça a determinação do mesmo, já que ele está relacionado com os valores de solido totais dissolvidos.

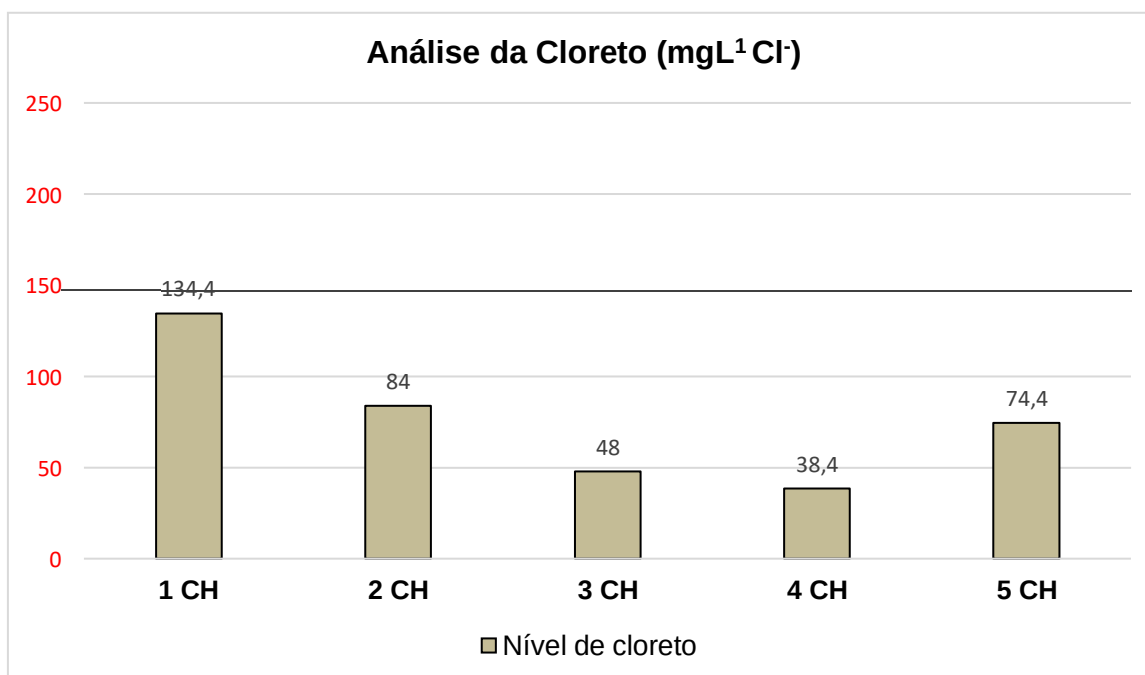
Gráfico 03. Resultado da análise do nível de condutividade da água.

Fonte: Acervo pessoal, 2020

4.4 CLORETO

Em águas doces, a origem do íon Cl^- geralmente é natural, mas pode ser também de origem antropogênica, isso acontece devido à disposição inadequada de esgotos domésticos ou efluentes industriais (BECKER, 2008). O Nível que Cloreto na água aceitável para consumo, de acordo com a Portaria Nº 518/2004 do Ministério da saúde, é de $250 \text{ mgL}^{-1} \text{ Cl}^-$.

Os valores observados (Gráfico 05) das análises de cloreto dos cinco pontos revelam estar no limite permitido pelo Ministério da Saúde. Já que altas concentrações de cloreto na água pode inviabilizar o seu consumo, devido seu sabor e também o efeito laxante que eles provocam (FUNASA, 2004)

Gráfico 04. Resultado da análise do nível de cloreto da água.

Fonte: Acervo pessoal, 2020.

4.5 DUREZA

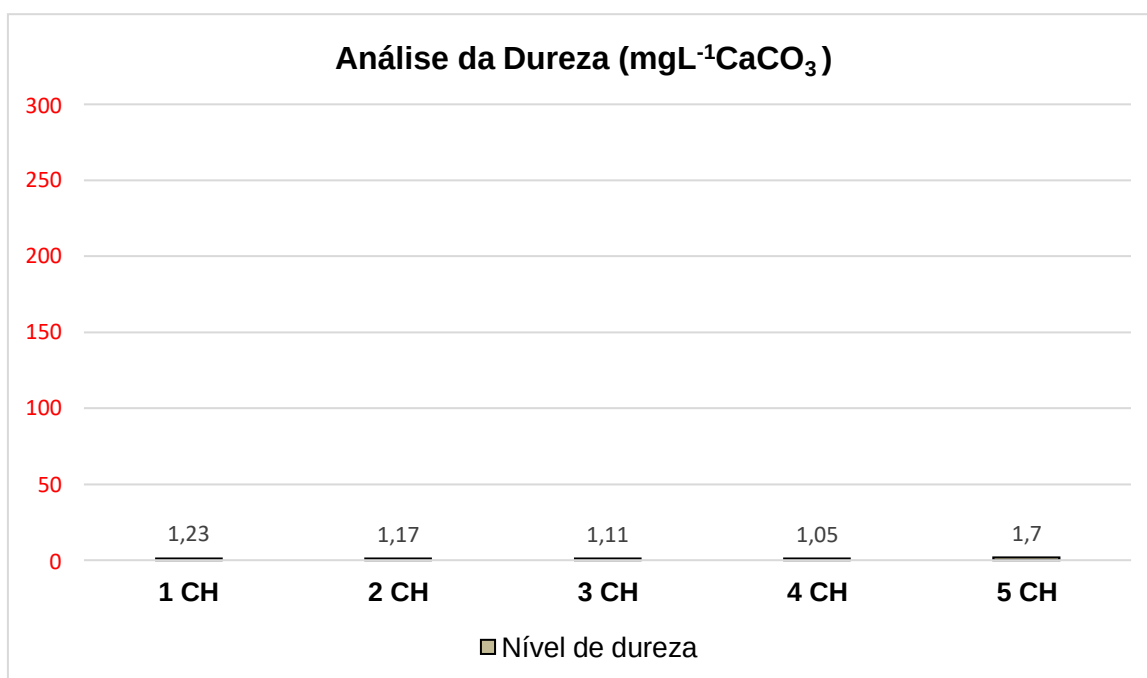
Em relação à dureza total nas amostras analisadas, os resultados foram inferiores a 10 mg/L de CaCO₃, o que significa que essas águas são consideradas de baixa dureza (Gráfico 06). Esse parâmetro é importante, pois refere-se a uma água considerada ótima para utilização e consumo, estando de acordo também com o padrão de potabilidade, que estabelece um limite máximo de 500 mg/L. resultados são semelhantes aos obtidos por Freitas (2005) no qual se obteve valores muito baixos para esses cátions (Ca²⁺ e Mg²⁺) em comparação com os valores máximos permitidos na legislação vigente.

Os valores adquiridos com a análise de dureza não relevam níveis acima do permitido (500 mg/L) em nem um dos locais de coleta, de acordo com a Portaria nº 2.914 de 12/12/2011.

A dureza da água está relacionada com, principalmente, a presença de cálcio (Ca²⁺) e magnésio (Mg²⁺), o que também influencia, só que em menor grau, ferro (Fe²⁺), manganês (Mn²⁺), estrôncio (Sr²⁺) e alumínio (Al³⁺) (BRASIL, 2014).

Existe uma classificação em relação ao grau de dureza: de 0-75 $\text{mgL}^{-1}\text{CaCO}_3$ o grau de dureza da água é considerado leve; 75-100 $\text{mgL}^{-1}\text{CaCO}_3$ é classificado como moderadamente dura; 150-300 $\text{mgL}^{-1}\text{CaCO}_3$ a água já é classificada como dura; e acima de 300 é considerada muito duro (FUNASA, 2004). De acordo com essa classificação, em todos os locais de coleta a água apresenta um grau de dureza leve.

Gráfico 05. Resultado da análise do nível de dureza da água.



Fonte: Acervo pessoal, 2020

4.6 PH

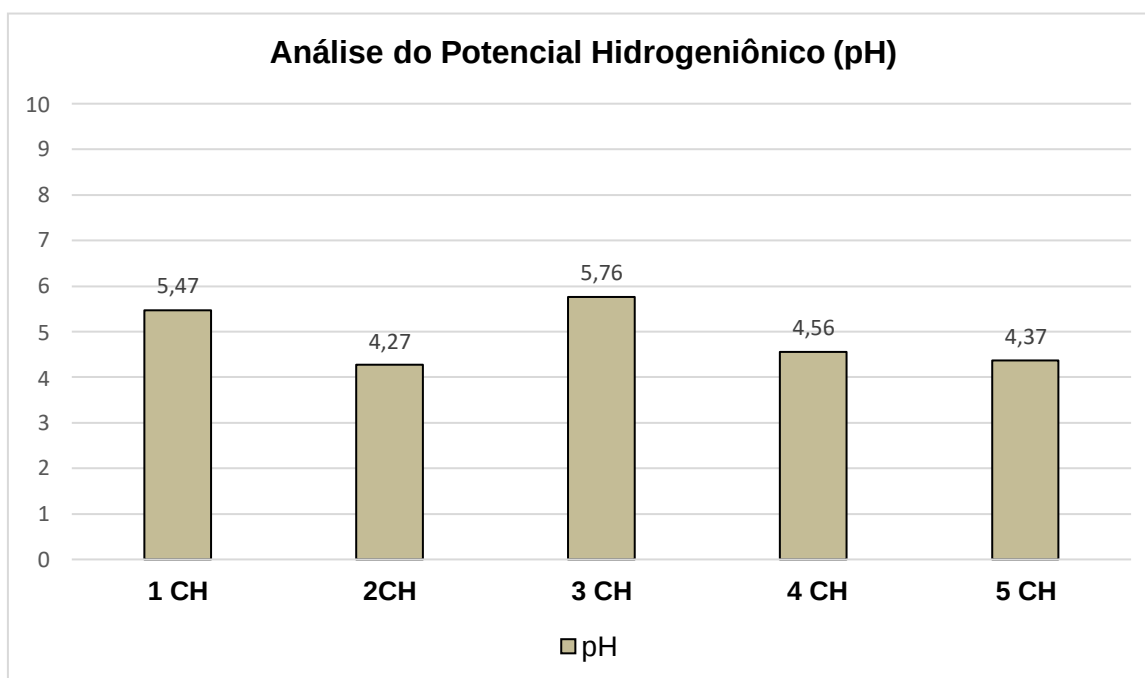
O pH das amostras analisadas variaram de 5,76 a 4,27. Através destes dados é possível concluir que água que abastece as escolas é ligeiramente alcalina, e que está de acordo com a legislação vigente (6,0 a 9,5). Estudos anteriores (Bovolato, 2008), mostraram que o pH das águas dos chafarizes da cidade de Pedro II são ligeiramente ácidos com valores inferiores 7,20. Os valores obtidos nesse trabalho

mostram que a água consumida nesses locais pode ocasionar problemas estomacais para a população, devido sua acidez.

O potencial hidrogeniônico (pH) nada mais é do que uma grandeza que pode variar de 0 a 14, pH menor que 7,0 indica a acidez da água, pH igual a 7,0 solução está neutra e pH maior que 7,0 está alcalina (EMBRAPA, 2011). O valor de pH adequado está entre a faixa de 6,0-9,5. A Portaria nº 2.914 de 12/12/2011 determina esses valores do pH para manter um controle da acidez da água.

De acordo com os resultados observados no gráfico 01, a análise demonstrou que em todos os 5 pontos de coleta a água possuía nível de pH abaixo do limite pré-estabelecido, ou seja, a água está ácida. Sendo que, quando este é mantido em níveis mais baixos, pode-se prevenir, também, a proliferação de micro-organismos (PINTO et al., 2011). Sendo esse um dos prováveis motivos de não ter sido encontrado nenhuma das bactérias analisadas nos parâmetros microbiológicos.

O potencial hidrogeniônico (pH) da água não causa qualquer tipo de dano a saúde da população, a não ser em casos extremamente ácidos ou alcalinos, nessas condições podem causar irritações na pele e olhos de quem a consome. O pH da água pode ser proveniente de absorções de gases atmosféricos ou da dissolução das rochas, sendo assim a origem natural. Já a origem antropogênica vem de dejetos domésticos e industriais despejados próximos a essas fontes de água (VON SPERLING, 2014).

Gráfico 06. Resultado da análise do nível de pH da água.

Fonte: Acervo pessoal, 2020.

4.7 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Os resultados referentes as análises microbiológicas estão presentes na tabela 02 e serão discutidos posteriormente.

Tabela 02. Resultado das análises microbiológicas.

Amostra	Análise	Resultado	Padrões microbiológicos legislação
1 CH	<i>Escherichia coli</i>	Ausente	Ausência em 100 mL
	<i>Coliformes totais</i>	Ausente	Ausência em 100 mL
2 CH	<i>Escherichia coli</i>	Ausente	Ausência em 100 mL
	<i>Coliformes totais</i>	Ausente	Ausência em 100 mL
3 CH	<i>Escherichia coli</i>	Ausente	Ausência em 100 mL
	<i>Coliformes totais</i>	Ausente	Ausência em 100 mL
4 CH	<i>Escherichia coli</i>	Ausente	Ausência em 100 mL
	<i>Coliformes totais</i>	Ausente	Ausência em 100 mL
5 CH	<i>Escherichia coli</i>	Ausente	Ausência em 100 mL
	<i>Coliformes totais</i>	Ausente	Ausência em 100 mL

Fonte: Acervo pessoal, 2020.

As bactérias do grupo coliforme, aqui estudado, são definidos na Portaria MS nº. 2914/2011, da seguinte forma: Coliformes totais (bactérias do grupo coliforme) – bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,50$ C em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima β – galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo (FUNASA, 2004).

Escherichia coli – bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a $44,5$ o C $\pm 0,20$ C em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidroliza a ureia e apresenta atividade das enzimas β galactosidase e β glucoronidase, sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênico (FUNASA, 2004).

No grupo do Coliformes totais, existem bactérias, predominantemente, dos gêneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella*. A *Escherichia coli* se destaca das outras por ter como habitat o trato intestinal tanto do homem como animais. As demais, podem ser encontradas tanto em fezes como em vegetais e no solo (FRANCO; LANDGRAF, 2003).

O Coliformes totais não é muito significativo na avaliação na qualidade de águas naturais. Por isso, sua avaliação lida, praticamente, à avaliação da qualidade da água tratada, indicando possíveis falhas no tratamento, possíveis contaminações ou até mesmo excesso de nutrientes na água. Já a *Escherichia coli*, possui um papel fundamental na indicação de contaminação das águas, seja natural ou tratadas, devido sua natureza ubíqua (FUNASA, 2004).

De acordo com os dados mostrados na tabela 02, nenhum dos postos de coleta apresentaram amostram contaminadas, seja por *Escherichia coli* ou Coliformes totais. Sendo assim, essa água é própria para consumo seguindo os parâmetros de potabilidade da Portaria nº 2.914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises físico-química apontam que os chafarizes estão em conformidade com os padrões de potabilidade, exibindo somente a taxa de Ph, abaixo do recomendado, porém tais resultados do pH não afetam a qualidade da água para consumo, somente em casos extremos.

Em relação as análises microbiológicas, não foi observado nenhuma colônia de bactérias, seja *Escherichia coli* ou Coliformes totais. Sendo assim, a utilização dessas águas pela população não acarreta em danos à sua saúde.

Considerando-se tais resultados, torna-se necessário novos estudos mais abrangentes com um maior número de chafarizes analisados e trabalhos mais específicos em torno do pH e nitrato para verificar uma maior investigação sobre a qualidade das águas consumidas pela zona urbana de Pedro II-PI para melhoria de condições e qualidade de vida dessas comunidades.

REFERÊNCIAS

- BARROS, F. G. N.; AMIN, M. M. Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 4, n. 1, 2008.
- BARROS, J. S.; FERREIRA, R. V.; PEDREIRA, A. J.; SCHOBENHAU, C. **Geoparque Sete Cidades**. Pedro II-PI: proposta. 2014.
- BECKER, H. Controle analítico de águas. Fortaleza – CE, **Versão**, 4, p. 46, 2008.
- BEZERRA, A. D A. et al., Análise da potabilidade de água de chafarizes de dois bairros do município de fortaleza, Ceará. **Acta Biomedica Brasiliensia**, v. 8, n. 1, p. 24-34, 2017.
- BICUDO, C. E.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHL, M. C. B., orgs. **Águas do Brasil: análises estratégicas**. São Paulo: Instituto de Botânica, p. 219 – 221, 2010.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional/Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional. **Nova delimitação do Semiárido Brasileiro**. Brasília: 2005.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Funasa, 2014 .112p.
- 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.
- CALHEIROS, D. F.; OLIVEIRA, M. D. de. Contaminação de corpos d'água nas áreas urbanas de Corumbá e Ladário. ADM – Artigo de Divulgação na Mídia, **Embrapa Pantanal**, Corumbá-MS, n. 89, p.1-4. 2005.
- FREITAS, M. B.; FREITAS, C. M. A vigilância da qualidade da água para consumo humano: desafios e perspectivas para o Sistema Único de Saúde. **Ciências e saúde coletiva**, v. 10, n. 4, p.993-1004, 2005.
- HESPANHOL, I. Água e saneamento básico - uma visão realista. In: CUNHA, A. R.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Orgs.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2. ed. São Paulo: Escrituras, 2002.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo demográfico 2010. 2010. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em: 11 dez 2019.
- MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. **Parcerias estratégicas**, v. 13, n. 27, p. 149-176, 2010.

MILANEZ, B.; PUPPIM, J.A. Ambiente, pessoas e labor: APLs além do desenvolvimento econômico na mineração de opalas em Pedro II, no Piauí. **Cadernos EBAPE. BR**, v. 7, n. 4, p. 527-546. 2009.

Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014.

Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Manual de orientação para cadastramento das diversas formas de bastecimento de água para consumo humano. **Brasília: Ministério da Saúde**. 40 p. – Série A. Normas e Manuais Técnicos). 2007.

Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União, Seção 1**, p. 266, 16 dez. 2011.

Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212p.

MORAES, D. S. L; JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista de Saúde Pública**, v. 36, p. 370-374, 2002.

NETO F. A. N. Entre fontes, chafarizes e o dique: a introdução do sistema de abastecimento de água em Salvador. **Revista FSA, Teresina**, v. 11, n. 4, p. 134-157, 2014.

PEREIRA, S.de F.P. C.; COSTA, A.de C.; CARDOSO, E. do S.C.; CORRÊA, M. do S.S.; ALVES, D.T.V.; MIRANDA, R.G.; OLIVEIRA, G.R.F. de. Condições de Potabilidade da Água Consumida pela População de Abaetetuba- Pará. REA – **Revista de estudos ambientais** (Online), Blumenau, v.12, n.1, p.50-62, 2010.

PINTO, Marinaldo F. et al. Desenvolvimento de um sistema para o controle do pH da água para microirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 2, p. 211-217, 2011.

PITERMAN, A; GRECO R. M. A água seus caminhos e descaminhos entre os povos. **Revista APS**, 8.2: 151-164. 2005.

POHLING, R. **Reações químicas na análise de água**. Fortaleza: Editora Arte Visual, 2009.

POHLING, R.; FERREIRA, R. de L. U. de C.; FARIAS, M. K. **Métodos de procedimentos laboratoriais – Métodos analíticos para água e ar aplicados na Semace**. Fortaleza, 2005.

REBOUÇAS, A. da C. Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez. **Bahia análise & dados**, v. 13, p. 341-345, 2003.

RELATÓRIO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA ÁGUA NO MUNDO. **Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO)**. Disponível

em: <<http://www.unesco.org/new/pt/brasil/natural-sciences/environment/wwdr/>>. Acesso em: 30/01/ 2019.

RESENDE, S. C.; HELLER L. **O saneamento no Brasil: políticas e interfaces**. Belo Horizonte: UFMG - Escola de Engenharia. 310 p. 2002.

SILVA, Salomão A.; OLIVEIRA, R. de. Manual de análises físico-químicas de águas de abastecimento e residuárias. **Campina Grande: DEC/CCT/UFGP**, 2001.

FEDERATION, Water Environmental et al. Standard methods for the examination of water and wastewater. **American Public Health Association (APHA): Washington, DC, USA**, 2005.

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. Relatório mundial das Nações Unidas sobre o desenvolvimento dos recursos hídricos. **Água para um mundo sustentável - Sumário Executivo**. WWDR. 08 p, 2015

VILLA, M. A. **Vida e morte no sertão**, São Paulo: Ática, 2001.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 2014.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE ARQUIVAMENTO DA VERSÃO FINAL DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO, DISSERTAÇÃO OU TESE

Identificação do tipo de documento:

- () Tese () Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização)
() Dissertação (X) Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)

Eu, Prof(a). Ma. Telma Regina Aguiar Magalhães Pedrosa , venho por meio deste **AUTORIZAR** o arquivamento no Repositório Institucional do IFPI (Bia) da versão final do trabalho intitulado “ANÁLISE DA POTABILIDADE DA ÁGUA DE CHAFARIZES EM CINCO BAIRROS DO MUNICÍPIO DE PEDRO-II-PI”, do(a) aluno(a) Matheus Henrique Macedo, regularmente matriculado(a) no curso Ciências Biológicas, do campus Pedro-II-PI do IFPI.

Informo que o arquivo em PDF do referido trabalho está tecnicamente adequado ao manual de Trabalhos Acadêmicos do IFPI em sua forma e estrutura e contém os devidos agradecimentos aos órgãos de fomento à pesquisa (no caso de recebimento de bolsa e/ou financiamento).

(x) **AUTORIZO** a disponibilização *online* em acesso aberto no Repositório Institucional do IFPI (Bia).

() **NÃO AUTORIZO** a disponibilização *online* em acesso aberto no Repositório Institucional do IFPI (Bia).

Justificativa:

Pedro II-PI, 20 de
junho de 2023

Orientador(a)