



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE  
NÚCLEO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

JOÃO PEDRO DA SILVA COSTA

**ANÁLISE SAZONAL DA QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS ARTESIANOS  
NO MUNICÍPIO DE PASSIRA/PE**

Caruaru

2023

JOÃO PEDRO DA SILVA COSTA

**ANÁLISE SAZONAL DA QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS ARTESIANOS  
NO MUNICÍPIO DE PASSIRA/PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de artigo científico, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

**Área de concentração:** Saneamento Ambiental

**Orientador(a):** Prof(a). Dr(a). Elizabeth A. Pastich Gonçalves

Caruaru

2023

## AGRADECIMENTOS

Queria agradecer a Deus, inefável, por ter me ajudado durante toda a minha vida e nunca ter me desamparado nos momentos mais difíceis e ter me dado sabedoria e inteligência para trilhar e concluir essa caminhada. Esse trabalho e a conclusão desse sonho é dedicado à minha mãe Marli Maria, que não pôde estar junto comigo aqui, mas sei que ela está sempre ao meu lado, esse sonho foi sonhado junto com ela e sem ela nada disso seria possível. Esse trabalho é para você mainha.

À meu pai João, meus irmãos Joanderson e José Anderson, a minha Tia Maria José e a minha vó Otacília que nunca mediram esforços para me ajudar a alcançar meus sonhos e objetivos e por toda a motivação e incentivo que foram fundamental para a conclusão do curso e a todos da minha família que me incentivaram e torceram por mim.

À meus amigos que foram essenciais nessa caminhada e com certeza tornaram mais leve essa jornada e por todo companheirismo em todos esses anos, em especial a Aline Fortunata, Carolinne Tabosa, Daniel Barbosa, Daysa Barbosa, Fernando Firmino, Gleyce Nair, Joseângelo Santos, Luccas André, Maria Laura, Melquisedeque Brito, Natália Fernanda, Paulo Augusto, Paulo Mergulhão, Soffia Valéria, Vinicius Lira e Wagner Oliveira.

À minha orientadora professora Beth por todo apoio em contribuir com esse trabalho e por toda a dedicação. Aos demais professores que contribuíram para a minha formação, em especial a Douglas Mateus, Jocilene Otília, José Moura, Marília Neves e Maria Victória.

E a todos aqueles que de alguma forma me ajudaram, me incentivaram e torceram por mim durante toda essa caminhada.

## Análise sazonal da qualidade da água de poços artesianos no município de Passira/PE

### Seasonal analysis of water quality from artesian wells in the municipality of Passira/PE

João Pedro da Silva Costa<sup>1</sup>

---

#### RESUMO

A água é um dos bens mais preciosos da humanidade, sua disponibilidade é muito desigual o que faz com que uma grande parcela da população enfrente problemas de escassez de água, preservar esse recurso natural e garantir a qualidade ideal para abastecimento humano é essencial e primordial. Buscando resolver o problema da escassez, as águas subterrâneas têm se tornado uma grande aliada nas comunidades onde isso é um problema. O presente trabalho teve como finalidade avaliar a qualidade da água de alguns poços artesianos do município de Passira-PE. Na pesquisa foram selecionados cinco poços artesianos em diferentes regiões da zona rural do município, sendo dois deles com dessalinizadores, onde foi analisada a água antes e depois de passar por eles, totalizando assim sete amostras, para que pudesse de fato ser analisada sua qualidade. Foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas no período seco da região, foram analisados os seguintes parâmetros: dureza total, cloretos, alcalinidade, condutividade, pH, salinidade, turbidez e coliformes totais e fecais. Os cinco poços estavam fora dos padrões aceitáveis para abastecimento de água potável e todos apresentaram contaminação de coliformes totais, *escherichia coli* e demais parâmetros analisados. Os poços com uso de dessalinizadores conseguiram reduzir alguns parâmetros analisados como a salinidade, dureza total, alcalinidade e índices de patógenos, além de eliminar parâmetros de *escherichia coli* em alguns casos.

**Palavras-chave:** consumo humano; parâmetros de qualidade; análise físico-química; coliformes; dessalinizadores.

---

#### ABSTRACT

Water is one of humanity's most precious assets, its availability is very unequal, which means that a large portion of the population faces problems of water scarcity. Preserving this natural

---

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: joao.silvacosta@ufpe.br

resource and ensuring ideal quality for human supply is essential and paramount. Seeking to solve the problem of scarcity, groundwater has become a great ally in communities where this is a problem. The purpose of this work was to evaluate the water quality of some artesian wells in the municipality of Passira-PE. In the research, five artesian wells were selected in different regions of the rural area of the municipality, two of them with desalination plants, where the water was analyzed before and after passing through them, thus totaling seven samples, so that its quality could actually be analyzed. Physicochemical and microbiological analyzes were carried out during the dry period in the region, the following parameters were analyzed: total hardness, chlorides, alkalinity, conductivity, pH, salinity, turbidity and total and fecal coliforms. The five wells were outside acceptable standards for drinking water supply and all showed contamination from total coliforms, escherichia coli and other parameters analyzed. Wells using desalination plants managed to reduce some analyzed parameters such as salinity, total hardness, alkalinity and pathogen levels, in addition to eliminating escherichia coli parameters in some cases.

**Keywords:** human consumption; quality parameters; chemical physical analysis; coliforms; desalinators.

---

**DATA DE APROVAÇÃO:** 20 de Dezembro de 2023.

---

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um bem primordial para todos os habitantes do planeta Terra e garantir que ela chegue nas residências com segurança, livre de toda e qualquer contaminação é um direito de todos, principalmente em regiões de difícil acesso ou com escassez recorrente de água. A grande parte disponível de água no planeta é salgada, cerca de aproximadamente 97,5%, e apenas uma pequena parcela de 2,5% é de água doce (ANA, 2018). No Brasil, a água doce disponível não é tão bem distribuída em relação à demanda populacional. O Brasil é um dos países com maiores reservas de água doce do mundo, com 13,8% (Brito; Silva; Porto, 2007).

As maiores concentrações de água no Brasil estão localizadas na região Amazônica com cerca de 60% de toda disponibilidade hídrica do país, já a região Sudeste desfruta de apenas 6% de toda disponibilidade, ou seja, regiões com grandes concentrações populacionais dispõem de uma parcela muito pequena de água, em contrapartida, regiões com grandes

volumes de água, como o Amazonas, possui um dos mais baixos índices de densidade demográfica do país, com 2,53 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2022).

A questão da escassez de água atinge todo o país, aproximadamente 17,5 bilhões de m<sup>3</sup>/ano de água está sendo bombeado pelos 2,5 milhões de poços artesianos no país (Jornal da USP, 2019). Muitos municípios, principalmente na zona rural, são totalmente dependentes do uso de poços artesianos para sua sobrevivência.

Inúmeras atividades econômicas utilizam o uso da água provenientes de poços para suprir as necessidades de uma região, cerca de 30% desse uso é utilizado para atendimento doméstico (Hirata *et al.*, 2019). Os poços artesianos são uma alternativa para regiões que sofrem com a falta de água e longos períodos de estiagem, como é o caso do município de Passira, que através disso buscou soluções para abastecer a população com o uso da captação da água que se encontra armazenada nos lençóis freáticos. As águas subterrâneas são mais abundantes que as águas superficiais dos rios e lagos (DAE, 2021) e estão disponíveis em um volume grande no Brasil, grande parte delas são extraídas com o auxílio de poços.

Conhecer e verificar se a água que chega às residências tem a qualidade aceitável é de extrema importância. Muitas pessoas que residem na zona rural utilizam os recursos hídricos sem conhecer a qualidade e ficam expostos a várias doenças (Vendrame; Cervi, 2022).

As águas subterrâneas presentes no país são essenciais para a vida, pois graças a elas famílias e regiões são abastecidas podendo ser usadas em atividades básicas do dia a dia, como a higiene pessoal e também na agricultura, sendo responsáveis pelo maior consumo do Brasil e a principal atividade econômica exercida no país (Agência IBGE, 2020).

Diferente de outros tipos de poços, os artesianos não necessitam, em sua grande maioria, de bombas ou outros tipos de ferramentas para captarem a água, e são uma saída para diversas regiões (urbanas e rurais) que sofrem com a sua falta. Como é um processo que lida diretamente com a saúde das pessoas, garantir e assegurar a qualidade, através de análises da água, é um direito de todos. Uma contaminação de algum manancial subterrâneo leva muitos anos para ser tratada, porque os processos biológicos que ocorrem nele são mais lentos (Feriani, 2021). Por isso, entender a qualidade das águas dos poços que abastecem uma grande quantidade de pessoas e garantir que essa água não esteja contaminada é muito importante, pois muitas famílias precisam desse recurso para sobreviver principalmente nos períodos de seca e estiagem que atingem o município de Passira, no Agreste Pernambucano.

Diante de toda a problemática de escassez e importância da água, o objetivo geral desse trabalho foi analisar a qualidade da água dos poços artesianos para fins de abastecimento da população, no município de Passira/PE, durante o período seco da região (entre agosto e

março). Os objetivos específicos foram identificar os poços que abastecem o maior número de pessoas, identificar a eficiência do uso dos dessalinizadores desses poços e realizar questionários para a população sobre as condições de destinação final dos esgotos domiciliares.

---

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 Área de Estudo**

O estudo foi realizado no município de Passira localizado no Agreste de Pernambuco. A cidade se estende por cerca de 327.210 km<sup>2</sup>, sua população residente estimada é de 28.340 pessoas, onde aproximadamente mais da metade dessa população reside em zonas rurais, e possui uma densidade demográfica de 86,61 hab/km<sup>2</sup> de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022).

De acordo com dados do IBGE de 2010, apenas 17,3% da cidade possui esgotamento sanitário adequado. A cidade possui um PIB per capita de R\$7.987,84, onde o salário médio mensal dos trabalhadores formais em 2021 era de 1,5 salários mínimos (IBGE, 2022), tendo como principais atividades o comércio local, a pecuária, a agricultura principalmente do milho e os trabalhos com bordados, fazendo a cidade ser conhecida como a terra dos bordados e do milho. O clima da região é árido ou semi-árido, muito quente, com chuvas no seu período normal iniciando entre fevereiro e março e se estendendo até o mês de agosto. Dados históricos de precipitação revelam uma média anual de 604,23 mm. A temperatura média anual fica em torno de 24°C.

De acordo com o Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea (2005), as comunidades mais povoadas do município são: Candiais, Poço de Pau, Pedra Tapada, Ribeiro do Mel, Vertente Seca, Olho d'Água de Bengalas, Cutia de Baixo, Cutia de Cima e Chã dos Cocos. Possui um relevo de forma bem variada estando inserida nas Áreas Desgastadas da Província Borborema, tendo altitudes variando de 650 a 1.000 m.

### **2.2 Coleta de Dados**

Para a realização das análises primeiramente foram escolhidos os poços que estivessem ativos e qual comunidade ele abastecia, a escolha foi feita levando em consideração quais poços atendiam uma maior quantidade de famílias daquela região, os que fossem de fácil

acesso, pois como a região é rural a dificuldade no acesso desses poços poderia ser um empecilho, já que o sistema viário para chegar nas comunidades se dá predominantemente por vias rurais não pavimentadas, e a distância entre esses poços que abrangessem uma maior área de todo o município para que se pudesse entender de fato a qualidade que essas águas teriam na região.

De posse dos poços escolhidos, foi analisada a altitude, se existia proteção sanitária, ou seja, medidas para desinfecção da água, as famílias atendidas, a vazão e a profundidade dos poços, esses dados são apresentados na Tabela 1.

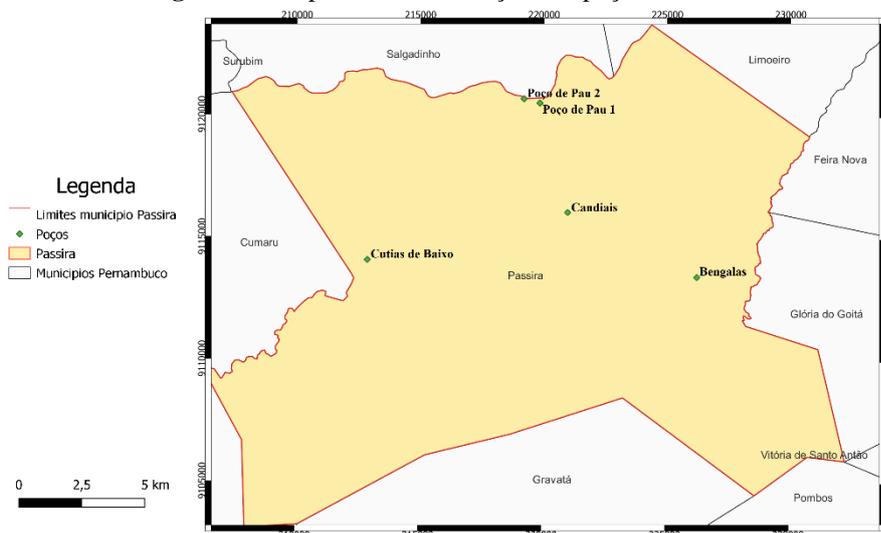
**Tabela 1** - Dados dos poços escolhidos para análise

LOCAL	ALTITUDE (m)	PROTEÇÃO SANITÁRIA	FAMÍLIAS ATENDIDAS	VAZÃO (m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> )	PROFUNDIDADE DA BOMBA (m)
Cutias de Baixo	218	Ausente	150	5	50
Bengalas	131	Ausente	120	9	50
Candiais	163	Ausente	180	5	50
Poço de Pau 1	152	Ausente	500	5	50
Poço de Pau 2	158	Ausente	130	12	50

Fonte: Adaptado de Barbosa (2022)

Foram escolhidos cinco poços localizados na zona rural do município de Passira no agreste de Pernambuco, sendo eles: Cutias de Baixo, Bengalas, Candiais e dois poços em Poço de Pau. As coletas foram realizadas com devida autorização dos responsáveis pelos cuidados e preservação dos poços nas comunidades. Na Figura 1 é apresentado a localização dos poços estudados.

**Figura 1** – Mapa com a localização dos poços estudados



Fonte: Adaptado de Barbosa (2022)

A Figura 2 apresenta o primeiro ponto de coleta de água, que se encontra na comunidade de Cutias de Baixo, o chafariz público possui dois tanques que servem para armazenar a água para o abastecimento aos habitantes.

**Figura 2** – Tanque do poço da comunidade de Cutias de Baixo



Fonte: Autor (2023)

O chafariz público da comunidade de Bengalas mostrado na Figura 3, foi o segundo a ser coletado, nele foram coletadas duas amostras de águas, pois esse poço possui um dessalinizador, foram coletadas água antes e depois do equipamento. O chafariz possui um espaço onde fica armazenado o equipamento que retira o sal da água, e a água doce é armazenada em dois tanques onde as pessoas fazem o seu abastecimento.

**Figura 3** – Chafariz da comunidade de Bengalas



Fonte: Autor (2023)

O poço localizado na comunidade de Candiais foi o segundo ponto de coleta, o poço possui uma bomba que é ligada diretamente no ponto de coleta para os moradores, a Figura 4 apresenta o ponto onde foi coletada a água.

**Figura 4** – Ponto de coleta do poço da comunidade de Candiais



Fonte: Autor (2023)

A Figura 5 apresenta a primeira coleta da comunidade de Poço de Pau, o chafariz público possui um dessalinizador e foi coletada a água antes e depois dele, o chafariz possui uma usina de dessalinização onde é armazenado o equipamento, mostrado na Figura 6, e possui também dois tanques para atender as demandas da população.

**Figura 5** – Chafariz público localizado na comunidade de Poço de Pau



Fonte: Autor (2023)

**Figura 6** – Usina de dessalinizador do chafariz da comunidade de Poço de Pau



Fonte: Autor (2023)

O próximo poço também localizado na comunidade de Poço de Pau possui uma bomba onde é ligada diretamente na rede de abastecimento da população. Nesse ponto de coleta do poço não possui dessalinizador. Na Figura 7 é apresentado esse ponto de coleta.

**Figura 7** – Ponto de coleta do poço da comunidade de Poço de Pau

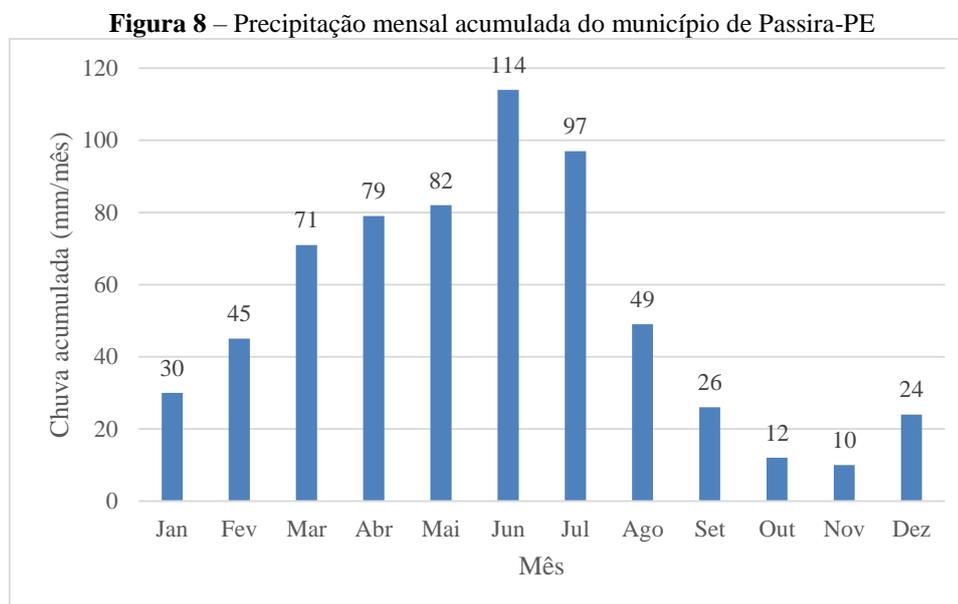


Fonte: Autor (2023)

### 2.3 Método de Coleta das Amostras

De acordo com dados da APAC, a climatologia média mensal do município de Passira no

Agreste Pernambucano é mostrada na Figura 8 percebe-se que os meses mais secos vão de agosto a março e foram justamente nesse período que foram realizadas as coletas.



Fonte: Autor (2023)

Foram realizadas quatro coletas de água com sete amostras cada e em cinco poços da zona rural de Passira, sendo eles: Cutias de Baixo, Bengalas, Candiais e dois poços em Poço de Pau. Os poços de Bengalas e Poço de Pau possuem dessalinizadores, então nesses poços foram realizadas coletas antes e depois de passarem por esses dessalinizadores. A primeira coleta foi realizada no dia 15 de março de 2023, a segunda foi realizada em 16 de agosto de 2023, a terceira foi realizada em 27 de setembro e a quarta foi realizada em 01 de novembro. Todas as coletas foram feitas na parte da manhã e após a sua finalização retornou-se para a UFPE Campus Agreste para que pudesse ser feito as análises. O procedimento de coleta seguiu orientação do Manual Prático de Análise de Água da FUNASA (2013).

Foram utilizados em cada coleta das amostras frascos Nalgon de 1 litro, autolaváveis para se utilizar nas análises microbiológicas e físico-químicas que foram transportadas em uma caixa de isotérmica com gelo para que as mesmas pudessem atingir uma temperatura estável. As coletas foram realizadas sempre na saída das bombas e nos poços em que haviam dessalinizadores foram coletadas as águas antes e depois de passar pelo equipamento. No momento de coleta das amostras foi esperado a água escorrer por alguns minutos para evitar algum tipo de contaminação ou eliminar algum contaminante que pudesse ter na água. Todas as coletas foram realizadas com uso de luvas após cada coleta para evitar ao máximo qualquer contaminação nas amostras de água.

## 2.4 Análise Microbiológica e Físico-Química

As análises das sete coletas dos poços foram feitas no Laboratório de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Pernambuco no Campus Agreste, foram analisados em cada amostra os parâmetros microbiológicos que foram os Coliformes Totais e *escherichia coli* e as análises físico-química que foram a Dureza total, Cloretos, Alcalinidade, Condutividade, pH, Salinidade, Turbidez, Cor Aparente e Cor Verdadeira.

Na Tabela 2 abaixo tem-se os métodos que foram utilizados nas análises das águas, os métodos seguem o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater da American Public Health Association* (BAIRD, 2012).

**Tabela 2 - Metodologia dos Parâmetros Microbiológicos e físico-química**

PARÂMETRO	ANÁLISE	METODOLOGIA
Microbiológica	Coliformes Totais	Método de Filtro de Membrana
	Escherichia coli	Método de Filtro de Membrana
	Dureza Total	Titulometria com EDTA
	Cloretos	Titulometria com AgNO <sub>3</sub>
	Alcalinidade	Titulação Potenciométrica
Físico-química	Condutividade	Método Condutimétrico
	pH	Método Potenciométrico
	Salinidade	Método da Condutividade Elétrica
	Turbidez	Método Nefelométrico
	Cor	Método Espectrofotométrico

Fonte: Autor (2023)

## 2.5 Legislação da Qualidade da Água Para o Consumo Humano

As análises das coletas de água foram analisadas seguindo a Portaria do Ministério da Saúde GM/MS N° 888 de 04 de maio de 2021, na qual dispõe sobre os procedimentos de controle da qualidade da água para o consumo humano, bem como o padrão aceitável de potabilidade da mesma. Para o parâmetro da salinidade utilizou-se a Resolução CONAMA n° 357, de 17 de Março de 2005.

## 2.6 Pesquisa em Campo Com a População Local Sobre a Destinação Final dos Esgotos Domiciliares

Foi realizada uma pesquisa com alguns moradores dos poços estudados para que se pudesse

entender a destinação dada aos seus efluentes. A pesquisa foi realizada de agosto a dezembro com estudantes do ensino médio, por terem acesso com mais facilidade a internet, através da plataforma Google Formulário, no qual os estudantes responderam a algumas perguntas baseadas nas suas vivências sobre o saneamento de sua região.

As perguntas respondidas foram em qual local eles residem, quantas pessoas moram na sua residência e qual suas idades, gênero e nível de escolaridade, qual a renda familiar, como é feito o abastecimento de água da residência, a distância da sua casa ao chafariz público (se a família faz uso desse tipo de abastecimento), com que frequência a água chega na residência, qual a qualidade da água e sua característica, se paga pelo abastecimento de água, qual o tipo predominante de descarte de esgoto da residência e qual a eficácia, como é feito esse processo de descarte e se é realizado algum tipo de manutenção, se os serviços de esgotos são pagos e qual o sistema adicional de tratamento de esgoto que se utiliza quando for o caso.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Análise Microbiológica

Os resultados das análises das amostras são apresentados na Tabela 3, esses resultados levam em consideração contaminação por coliformes totais e *escherichia coli*.

**Tabela 3** – Resultados da análise microbiológica para os parâmetros de coliformes totais e *escherichia coli* nos poços na zona rural de Passira-PE

LOCAL	COLETA 1		COLETA 2		COLETA 3		COLETA 4	
	COLIF. TOT.	ECHE. COLI						
Cutias de Baixo	>100	3	3	0	0	0	>100	0
Bengalas (antes do dessal.)	>100	>100	>100	9	0	2	>100	>100
Bengalas (depois do dessal.)	11	0	26	0	15	0	4	0
Candiais	27	0	1	0	6	2	2	16
Poço de Pau 1 (antes do dessal.)	>100	0	74	4	1	1	52	9
Poço de Pau 1 (depois do dessal.)	11	0	8	0	0	0	>100	5
Poço de Pau 2	>100	>100	81	3	1	0	85	3

Fonte: Autor (2023)

as coletas devem ter ausência de coliformes totais e *escherichia coli* em 100 ml de água. Analisando os resultados pôde-se perceber que todos os poços estudados tiveram algum tipo de contaminação seja por coliformes totais e/ou *escherichia coli*, com exceção da coleta 3 do poço de Cutias de Baixo e na primeira coleta do poço depois do dessalinizador de Poço de Pau onde não houve identificação após a análise de nenhum tipo de contaminação microbiológica.

Observando a Tabela 3 nota-se que na coleta 1 os únicos poços que apresentaram contaminação por *escherichia coli* foram os de Cutias de Baixo, o poço antes do dessalinizador de Bengalas e o segundo poço analisado de Poço de Pau, os outros poços dessa coleta não apresentaram esse tipo de contaminação por *escherichia coli*. Na segunda coleta os resultados foram bem parecidos, mas agora o poço de Cutias de Baixo não apresentou contaminação de *escherichia coli*, em contrapartida o primeiro poço de Poço de Pau que na coleta anterior não apresentou contaminação de *escherichia coli* agora nessa coleta se fez presente.

Na coleta 3 a maioria dos poços contém algum tipo de contaminação, com exceção do poço de Cutias de Baixo e na primeira coleta do poço depois do dessalinizador de Poço de Pau que não houve contaminação de nenhum parâmetro e dos poços de Bengalas depois do dessalinizador e do segundo poço de Poço de Pau que não houve contaminação de *escherichia coli*. Na quarta coleta os Poços de Cutias de Baixo e o poço depois do dessalinizador de Bengalas também se repetiu o mesmo resultado da coleta anterior.

Pode-se observar que em todas as análises das coletas, o uso do dessalinizador reduziu mais de 80% e em alguns casos essa redução foi de 100% a contaminação microbiológica, seja ela de coliformes totais ou *escherichia coli*, esse último em destaque pois em quase todas as análises das coletas, reduziu totalmente ao passar pelo dessalinizador.

Os dados encontrados são bem alarmantes e preocupantes, pois esses parâmetros encontrados deveriam estar ausentes nas coletas e não poderiam ser usados para abastecimento da população sem antes passar por algum tratamento, onde se observou que não há nenhum tipo de tratamento e proteção sanitária e como os poços se localizam próximos as residências da população que por ser em zona rural apresentam déficit ou não apresentam rede de esgotamento sanitário, fazendo assim a população utilizar fossas sépticas ou sumidouros no solo sem seguir qualquer tipo de norma técnica ou legislação, podem causar a contaminação do lençol freático e contaminar esses poços. Como parte do meio econômico da cidade também é de agricultura e pecuária essa característica pode impactar na qualidade dessas águas, como as fezes dos animais ou uso de fertilizantes, por exemplo.

## 3.2 Análise Físico-Química

### 3.2.1 Dureza Total

Um dos fatores que interferem na qualidade da água é a dureza (Freitas; Rossato; Rocha, 2017). A dureza total da água está relacionada à concentração total de íons que estão presentes na água. Uma água contendo uma elevada quantidade de magnésio ( $Mg^{+2}$ ) e cálcio ( $Ca^{+2}$ ) é classificada como uma água dura.

A Tabela 4 apresenta os resultados encontrados nas sete amostras de água, a Portaria do Ministério da Saúde GM/MS N° 888 de 04 de maio de 2021 estabelece como padrão organoléptico de potabilidade da água de  $300\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de  $CaCO_3$ .

**Tabela 4** – Resultados da análise para o parâmetro de dureza total nos poços na zona rural de Passira-PE

LOCAL	COLETA 1 ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	COLETA 2 ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	COLETA 3 ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	COLETA 4 ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )
Cutias de Baixo	1682	1660	1834	1627
Bengalas (antes do dessal.)	723	1143	1165	682
Bengalas (depois do dessal.)	9	6	7	4
Candiais	611	614	419	392
Poço de Pau (antes do dessal.)	1364	648	689	651
Poço de Pau (depois do dessal.)	13	5	17	2
Poço de Pau 2	931	815	1012	674

Fonte: Autor (2023)

A dureza de uma água se refere à quantidade de bicarbonatos, carbonatos, sulfatos ou cloretos de cálcio e magnésio que estão dissolvidos na água, quanto maior a quantidade desses sais dissolvidos, mais dura ela é considerada (Vilhena, 2017), causando inúmeros prejuízos como tubulações entupidadas, dificuldade de fazer espuma e ressecamento na pele.

Ao observar os resultados pode-se perceber que todas as amostras estão em desconformidade com a portaria, apresentando valores superiores a  $300\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de  $CaCO_3$ , logo estando imprópria para o abastecimento humano e sendo classificada como uma água muito dura.

Um fato interessante na análise é que o dessalinizador conseguiu reduzir essas concentrações de  $CaCO_3$  fazendo com que a água ao passar por ele se torne adequada para o

abastecimento, ou seja, dentro dos padrões aceitáveis e sendo classificada como uma água mole. Essa redução na dureza total se deu pelo fato dos íons alcalino-terrosos ficarem retidos nos filtros do dessalinizador.

### 3.2.2 Cloretos

A determinação da concentração de cloretos na água é de suma importância e ele é um parâmetro fundamental para medir a qualidade da água, pois a partir disso é possível obter informações sobre o grau de mineralização ou algum indício de poluição na água, seja a partir do despejo de esgotos domésticos e de resíduos industriais, ou a partir do próprio solo, devido à dissolução do sal-gema, geralmente usado para produção de fertilizantes (Cruz, 2022). A Tabela 5 é apresentada o resultado das amostras dos poços.

**Tabela 5** – Resultados da análise de cloreto nos poços na zona rural de Passira-PE

LOCAL	COLETA 1 (mg.L <sup>-1</sup> )	COLETA 2 (mg.L <sup>-1</sup> )	COLETA 3 (mg.L <sup>-1</sup> )	COLETA 4 (mg.L <sup>-1</sup> )
Cutias de Baixo	2267.1	2360.74	2341.02	2193.17
Bengalas (antes do dessal.)	423.85	778.7	19.71	453.42
Bengalas (depois do dessal.)	3.94	5.91	6.41	7.39
Candiais	926.55	808.27	768.84	611.13
Poço de Pau (antes do dessal.)	1291.26	581.56	581.56	532.27
Poço de Pau (depois do dessal.)	32.04	15.28	24.15	23.16
Poço de Pau 2	1039.91	1246.9	1168.05	1103.98

Fonte: Autor (2022)

O cloreto é o ânion inorgânico mais frequente em águas naturais. A portaria do Ministério da Saúde GM/MS N° 888 (Brasil, 2021) estabelece como limite máximo para abastecimento público 250 mg·L<sup>-1</sup> de Cl<sup>-</sup>.

Todas as amostras com exceção daquelas coletadas depois do dessalinizador foram diluídas 10 ml da amostra com 90 ml de água destilada, esse processo foi feito pois ao se utilizar a amostra pura não se chegou a nenhum resultado ao adicionar o nitrato de prata.

Diante dos resultados pode-se observar que com exceção das amostras coletadas depois do dessalinizador todas as amostras estão em desconformidade com a portaria e, portanto, não estão apropriadas para o abastecimento público. Os cloretos foram reduzidos se tornando

adequados para o abastecimento ao passarem pelo dessalinizador.

### 3.2.3 Alcalinidade

A alcalinidade mede a capacidade que a água tem de neutralizar ácidos. Durante todo o processo de tratamento da água, a medida da alcalinidade é fundamental e recomendada. Quando as concentrações de alcalinidade são baixas na água se faz necessário a introdução de alguma substância artificial como a cal hidratada, já o contrário quando se tem elevada alcalinidade é necessário acidificar a água até que se obtenha um teor necessário para reagir com o sulfato de alumínio. (FUNASA, 2004). A Tabela 6 apresenta os resultados das análises.

**Tabela 6** – Resultados para o parâmetro de alcalinidade dos poços de Passira-PE

LOCAL	COLETA 1 (mg.L <sup>-1</sup> )	COLETA 2 (mg.L <sup>-1</sup> )	COLETA 3 (mg.L <sup>-1</sup> )	COLETA 4 (mg.L <sup>-1</sup> )
Cutias de Baixo	485	577	361	182
Bengalas (antes do dessal.)	270	340	23	72
Bengalas (depois do dessal.)	8	10	16	8
Candiais	302	362	134	109
Poço de Pau (antes do dessal.)	868	63	192	185
Poço de Pau (depois do dessal.)	18	24	20	5
Poço de Pau 2	447	630	145	123

Fonte: Autor (2023)

A alcalinidade pode variar de acordo com a região em que as fontes de água se encontram, ou seja, rochas próximas e o solo podem impactar diretamente nesses teores. A Portaria do Ministério da Saúde GM/MS N° 888 de 04 de maio de 2021 não estabelece um padrão que a água para abastecimento deve ter, mas a alcalinidade provoca uma alteração no paladar e para fins de abastecimento público não representa riscos à saúde (Naturágua, 2020).

De um modo geral, todas as amostras obtiveram uma concentração alta de alcalinidade e observa-se que as concentrações foram reduzidas nas amostras que foram passadas pelo dessalinizador, mostrando que o equipamento é eficiente quanto a reduções desse parâmetro.

### 3.2.4 Condutividade

A condutividade elétrica é a capacidade da água de conduzir corrente elétrica, em termos de águas subterrâneas, é um processo relativamente fácil de caracterizar o meio (Vasconcelos; Cajazeiras; Sousa, 2019).

A Portaria do Ministério da Saúde GM/MS N° 888 (Brasil, 2021) não estabelece limites sobre a condutividade elétrica de águas utilizadas para o abastecimento público e seus teores não oferecem riscos à saúde humana, mas de acordo com Von Sperling (2007), para as águas naturais a condutividade está na faixa de 10 a 100  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ , já em ambientes poluídos por esgotos domésticos os valores podem chegar até 1000  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ . A condutividade elétrica é um parâmetro que não discrimina quais são os íons presentes em água, mas ela é um indicador importante de possíveis fontes poluidoras que possam existir na água (Soares, 2022). A Tabela 7 apresenta os resultados obtidos da condutividade dos poços estudados.

**Tabela 7** – Resultados de condutividade dos poços da zona rural de Passira-PE

LOCAL	COLETA 1 ( $\text{mS.cm}^{-1}$ )	COLETA 2 ( $\text{mS.cm}^{-1}$ )	COLETA 3 ( $\text{mS.cm}^{-1}$ )	COLETA 4 ( $\text{mS.cm}^{-1}$ )
Cutias de Baixo	8.7	9.55	9.76	8.96
Bengalas (antes do dessal.)	2.39	4.07	5.63	2.32
Bengalas (depois do dessal.)	0.0436	0.066	0.0491	0.063
Candiais	4.25	3.62	3.4	3.12
Poço de Pau (antes do dessal.)	6.22	3.1	3.14	3.1
Poço de Pau (depois do dessal.)	0.1999	0.1335	0.1425	0.1307
Poço de Pau 2	4.36	4.39	4.46	4.5

Fonte: Autor (2023)

Através dos resultados pode-se perceber que os valores da condutividade seguiram um padrão de aproximação bem definidos, principalmente no segundo poço coletado em Poço de Pau e com exceção para as coletas antes do dessalinizador em Bengalas e Poço de Pau que não apresentaram valores tão aproximados. A condutividade também está relacionada à sazonalidade, ou seja, o efeito da chuva causa uma redução da condutividade elétrica da água (Chaves *et al.*, 2015).

### 3.2.5 pH

O pH também é um dos indicadores que mede se a água está com devido tratamento e

potável para consumo. O pH representa o percentual hidrogeniônico e mede a acidez de uma solução. De acordo com a Portaria do Ministério da Saúde GM/MS N° 888 (Brasil, 2021), o pH padrão da potabilidade das águas de abastecimento público deve estar entre 6,0 e 9,0. Na Tabela 8 é mostrado os resultados obtidos das análises nas diferentes coletas. Saber os valores de pH na água é importante pois ele pode indicar possíveis contaminações químicas e tem implicação sobre a qualidade da água destinada a consumo humano (FUSATI, 2023).

**Tabela 8 – Resultados de pH dos poços estudados**

LOCAL	COLETA	COLETA	COLETA	COLETA
	1	2	3	4
Cutias de Baixo	7.55	5.49	8	6.43
Bengalas (antes do dessal.)	8.11	6.13	6	6.73
Bengalas (depois do dessal.)	9.28	-	5	-
Candiais	7.44	6.35	7	6.65
Poço de Pau (antes do dessal.)	7.33	-	7	6.88
Poço de Pau (depois do dessal.)	8.68	-	5	-
Poço de Pau 2	7.6	-	7	6.58

Fonte: Autor (2023)

Algumas amostras não puderam ser medidas pois o pHmetro estava com inconsistências e não puderam ser quantificadas. Pode-se observar que a segunda coleta de Cutias de baixo não está de acordo com o padrão, já as outras coletas estão em acordo. Todas as análises antes do dessalinizador de Bengalas, Candiais, antes do dessalinizador em Poço de Pau e o segundo poço de Poço de Pau estão dentro dos padrões aceitáveis da portaria. A terceira coleta depois do equipamento em Bengalas e em Poço de Pau estavam fora do recomendado.

### 3.2.6 Salinidade

A Portaria do Ministério da Saúde GM/MS N° 888 (Brasil, 2021) não especifica a medida da salinidade para a água quanto ao abastecimento público. No Brasil a resolução que estabelece valores de salinidade é a Resolução CONAMA n° 357, de 17 de Março de 2005 que adota as seguintes definições: Água doce possuindo uma salinidade igual ou inferior a 500 mg.L<sup>-1</sup> (igual ou inferior a 0,5 ppt), água salobra com salinidade entre 500 mg.L<sup>-1</sup> e 30.000 mg.L<sup>-1</sup> (entre 0,5 ppt e 30 ppt) e água salina com salinidade igual ou superior a 30.000

mg.L<sup>-1</sup> (igual ou superior a 30 ppt) (CONAMA, 2005). A Tabela 9 representa os resultados obtidos nas análises dos poços do município de Passira – PE.

**Tabela 9** – Resultados do parâmetro de salinidade dos poços estudados em Passira-PE

LOCAL	COLETA 1 (PPT)	COLETA 2 (PPT)	COLETA 3 (PPT)	COLETA 4 (PPT)
Cutias de Baixo	4.6	5.59	5.67	5.18
Bengalas (antes do dessal.)	1.21	2.23	2.16	1.24
Bengalas (depois do dessal.)	0.02	0.03	0.02	0.03
Candiais	2.27	1.94	1.85	1.68
Poço de Pau (antes do dessal.)	3.48	1.66	1.71	1.66
Poço de Pau (depois do dessal.)	0.1	0.06	0.07	0.06
Poço de Pau 2	4.8	2.42	2.46	2.47

Fonte: Autor (2023)

De acordo com o Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea (2005), o município de Passira está totalmente inserido no Domínio Hidrogeológico Fissural que é composto por rochas cristalinas. Rochas cristalinas de baixa permeabilidade contribui para elevar a salinidade de águas subterrâneas (Braga; Aquino; Mota; Jr., 2015).

Diante dos resultados é possível observar que em todos os poços a água foi classificada como uma água salobra, ou seja, uma água que tem concentrações de salinidade intermediária, com exceção das amostras de água que passaram pelo dessalinizador que são classificadas como água doce. O dessalinizador foi bem útil e se fez eficiente ao retirar os sais da água deixando-a doce para o abastecimento público.

### 3.2.7 Turbidez

A turbidez é um dos principais parâmetros a olho nu para detectar se uma água está adequada para consumo e bem tratada. A turbidez é um sintoma visível de falta de condições sanitárias e qualidade da água, permitindo que qualquer pessoa identifique não adequações aos padrões para o consumo humano, podendo causar complicações à saúde (FUSATI, 2023).

A Turbidez representa a propriedade óptica de absorção e reflexão da luz devida à presença de partículas sólidas suspensas na água de diferentes tamanhos (Peixoto *et al.*, 2018). A turbidez se refere à o quanto a água está clara ou turva, essa turvação é causada por algum

tipo de sujeira, partícula sólida ou areia que possa está presente na água, contaminando-a.

A Portaria do Ministério da Saúde GM/MS N° 888 de 04 de maio de 2021 estabelece que em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede) ou pontos de consumo de abastecimento, a turbidez não deverá ultrapassar 5,0 NTU (Unidade Nefelométrica de Turbidez). A Tabela 10 apresenta os dados obtidos na análise das amostras.

**Tabela 10** – Resultados de turbidez presente nos poços em Passira-PE

LOCAL	COLETA 1 (NTU)	COLETA 2 (NTU)	COLETA 3 (NTU)	COLETA 4 (NTU)
Cutias de Baixo	0.28	0.34	0.31	0.22
Bengalas (antes do dessal.)	0.14	0.01	0.11	0.22
Bengalas (depois do dessal.)	0.67	0.83	0.16	0.15
Candiais	0.57	0.16	0.25	0.16
Poço de Pau (antes do dessal.)	0.55	0.84	0.24	0
Poço de Pau (depois do dessal.)	0.16	0.39	0.04	0
Poço de Pau 2	0.15	0.18	0.05	0.02

Fonte: Autor (2023)

Ao observar os resultados percebe-se que todas as amostras estão em acordo com o que estabelece a Portaria, ou seja, a água dos poços está adequada em relação aos padrões de potabilidade.

### 3.2.8 Cor Aparente

A cor aparente é também um parâmetro necessário para medir a potabilidade da água, ela está relacionada com a presença de partículas em suspensão na água. De acordo com a Portaria do Ministério da Saúde GM/MS N° 888 de 04 de maio de 2021 a cor aparente da água para fins de potabilidade deve ser de até 15 uH (Unidade Hazen). Na Tabela 11 é possível observar os resultados encontrados.

**Tabela 11** – Resultados para a cor aparente presente nos poços em Passira-PE

LOCAL	COLETA 1 (uH)	COLETA 2 (uH)	COLETA 3 (uH)	COLETA 4 (uH)
Cutias de Baixo	5	4	0	0
Bengalas (antes do dessal.)	2	1	0	0
Bengalas (depois do dessal.)	0	0	0	0
Candiais	0	0	0	0
Poço de Pau (antes do dessal.)	1	0	0	0
Poço de Pau (depois do dessal.)	0	0	0	0
Poço de Pau 2	0	0	0	0

Fonte: Autor (2023)

Nota-se a partir dos resultados obtidos que todas as amostras estão de acordo com a Portaria, e é possível perceber também a eficiência do aparelho de dessalinização ao eliminar partículas que estivesse em suspensão na água. É interessante notar também que as coletas realizadas após o período da chuva, os parâmetros de cor foram reduzidos ou eliminados totalmente.

### 3.2.9 Cor Verdadeira

A Tabela 12 apresenta os resultados obtidos para as sete amostras nas quatro coletas realizadas.

**Tabela 12** – Resultados para a cor verdadeira presente nos poços em Passira-PE

LOCAL	COLETA 1 (uH)	COLETA 2 (uH)	COLETA 3 (uH)	COLETA 4 (uH)
Cutias de Baixo	4	2	0	0
Bengalas (antes do dessal.)	0	0	0	0
Bengalas (depois do dessal.)	1	0	0	0
Candiais	0	0	0	0
Poço de Pau (antes do dessal.)	0	0	0	0
Poço de Pau (depois do dessal.)	0	0	0	0
Poço de Pau 2	0	0	0	0

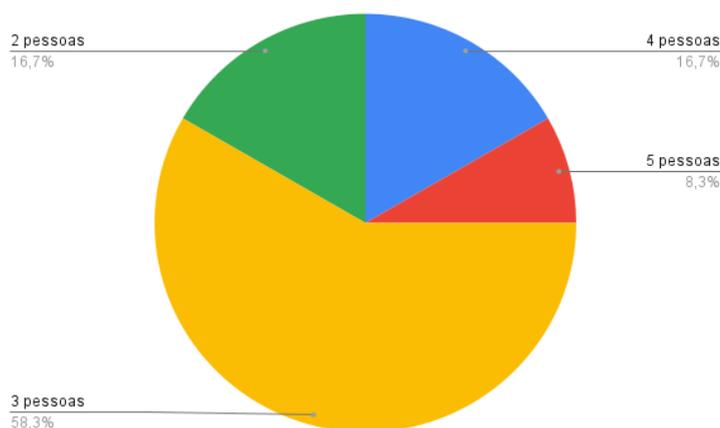
Fonte: Autor (2023)

A cor verdadeira está relacionada a amostras sem turbidez, como por exemplo processos de centrifugação ou filtração. A Portaria do Ministério da Saúde GM/MS N° 888/2021 não estabelece parâmetros recomendados quanto aos padrões de potabilidade pública e consumo humano. Podemos observar que em quase todas as análises, as amostras não obtiveram valores para o parâmetro de cor verdadeira.

### 3.3 Pesquisa Sobre a Destinação Final dos Esgotos Domiciliares

A pesquisa foi realizada com 12 pessoas que moram nas comunidades estudadas, e os resultados são apresentados a seguir. A Figura 9 apresenta o resultado obtido para a quantidade de pessoas que residem junto com o entrevistado.

**Figura 9** – Resultado para quantas pessoas residem junto do entrevistado



Fonte: Autor (2023)

Ao analisar os resultados percebe-se que as maiores porcentagens das famílias são compostas por 3 e 4 pessoas. Em relação a idade das pessoas, a Tabela 13 apresenta os dados obtidos. Pode-se notar que a maior faixa etária das pessoas está entre 35 e 45 anos, mas há também idosos e crianças, faixa etária essas que requerem mais atenção em relação a água que ingerem e que utilizam para fins de higiene pessoal.

**Tabela 13** – Idades das pessoas que residem junto

LOCAL	IDADES
Candiais	41, 41, 18 e 15
Bengalas	9, 15, 37 e 39
Candiais	40, 34, 16, 12 e 6
Bengalas	39, 38 e 15
Candiais	21
Candiais	39, 38 e 15
Bengalas	3, 13 e 30
Candiais	44, 41, 21 e 16.
Poço do Pau	20 e 21
Poço do Pau	42, 38 e 2
Cutias de Baixo	16, 38 e 72
Cutias de Baixo	26, 56 e 60

Fonte: Autor (2023)

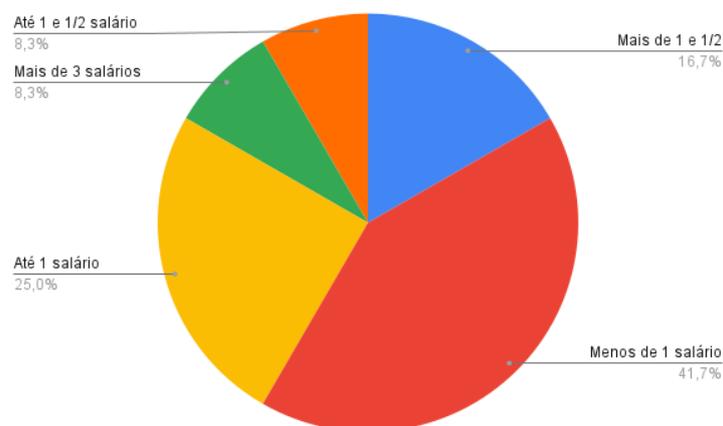
Em relação ao gênero das pessoas, as famílias são compostas em sua maioria por homens e mulheres. Em relação ao nível de escolaridade os resultados são apresentados na Tabela 14 e mostram que a escolaridade da maioria das pessoas são o ensino médio completo, o ensino fundamental incompleto e ensino superior completo.

**Tabela 14** – Escolaridade das pessoas que residem junto

QUANTIDADE DE RESPOSTAS	GRAU DE ESCOLARIDADE
1 pessoa	Ensino médio completo e fundamental incompleto
1 pessoa	Ensino médio completo e ensino médio incompleto
1 pessoa	Ensino fundamental completo
3 pessoas	Ensino médio completo
1 pessoa	Ensino fundamental completo e ensino médio completo
1 pessoa	Ensino médio incompleto e ensino médio completo
1 pessoa	Ensino infantil e pós-graduanda
2 pessoas	Ensino médio completo e Superior completo
1 pessoa	Ensino superior e fundamental incompleto e ensino médio completo

Fonte: Autor (2023)

Com relação a renda familiar, a Figura 10 apresenta os resultados, observa-se que predominantemente a renda das famílias são de menos de 1 salário mínimo e até um salário mínimo isso para famílias compostas em sua maioria por 3 e 4 pessoas, um valor de renda per capita bem baixo.

**Figura 10** – Renda familiar dos entrevistados residentes na zona rural do município de Passira-PE

Fonte: Autor (2023)

Foi perguntado também qual o tipo de abastecimento usado por essas famílias e os resultados mostraram que todas as famílias fazem uso dos poços como principal fonte de abastecimento de água. E como o abastecimento é feito por poços, a distância entre a sua casa e o poço mais próximo também é importante saber, a Tabela 15 apresenta esses dados.

**Tabela 15** – Distância da residência para o poço mais próximo

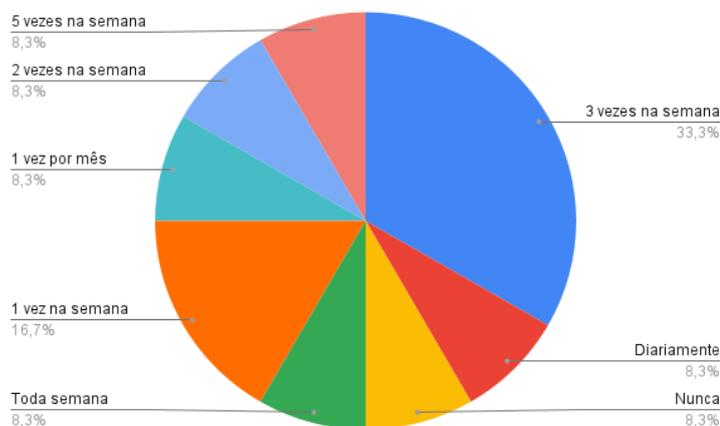
LOCAL	DISTÂNCIA (m)
Candiais	5
Bengalas	5
Candiais	54
Bengalas	6
Candiais	Água é encanada
Candiais	3
Bengalas	100
Candiais	700
Poço do Pau	5
Poço do Pau	800
Cutias de Baixo	200
Cutias de Baixo	50

Fonte: Autor (2023)

Analisando os resultados nota-se que os poços estão a grandes distâncias das casas dos moradores, chegando a quase 1 quilômetro e a distância mínima foi de 5 metros, essa distância pequena do poço às residências aumentam mais o risco de contaminação, na análise de coliformes e *echerichia cole* os poços com mais contaminação foram os de Cutias de Baixo, Bengalas e Poço de Pau e esses poços estão a distâncias pequenas das casas dos entrevistados, podendo aumentar assim o risco de contaminação. Outra questão analisada foi a

frequência com que a água chega nas residências, esse resultado é mostrado na Figura 11.

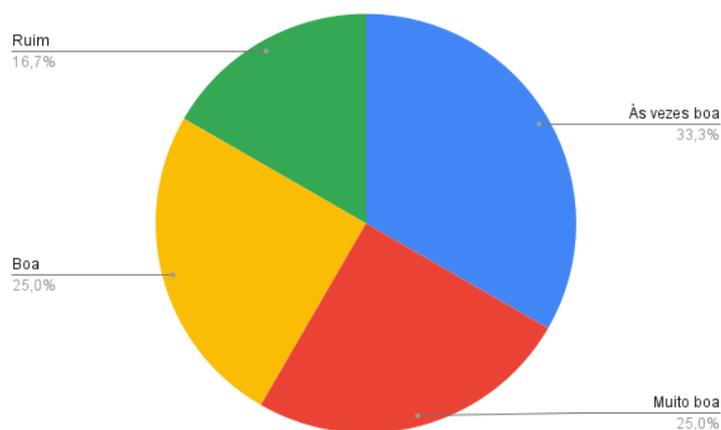
**Figura 11** – Frequência com que chega água na residência dos moradores



Fonte: Autor (2023)

Á água chega nas residências da maioria das pessoas 3 vezes na semana, um dado alarmante e preocupante é que há residências que nunca chega água, assim os poços são uma solução para suprir essa falta de abastecimento enfrentada por alguns moradores. Outra questão analisada foi sobre a qualidade da água que consome, a Figura 12 aborda esse resultado.

**Figura 12** – Qualidade da água que consome das famílias residentes na zona rural de Passira-PE



Fonte: Autor (2023)

Observa-se que a maioria dos moradores classifica a água como às vezes boa seguida de boa e muito boa. Sobre qual característica pode-se notar da água que consomem os resultados são apresentados na Tabela 16.

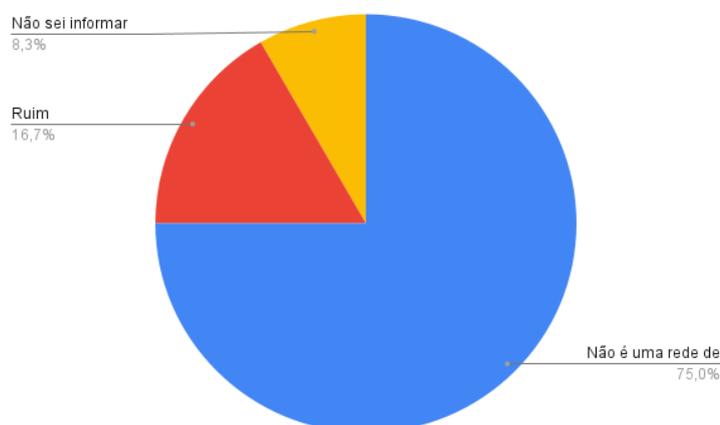
**Tabela 16** – Característica analisada da água pelos moradores entrevistados

LOCAL	CARACTERÍSTICA DA ÁGUA
Candiais	Normal
Bengalas	Água transparente e que não contém cloro
Candiais	A água é boa
Bengalas	Não consigo identificar
Candiais	Transparente
Candiais	Não consigo identificar
Bengalas	Água um pouco salgada
Candiais	A água é salobra
Poço do Pau	A água é boa
Poço do Pau	É salgada
Cutias de Baixo	Muito salgada
Cutias de Baixo	Água salgada

Fonte: Autor (2023)

Os resultados foram positivos para alguns que descreveram a água como boa, normal e transparente, já alguns descrevem a água como salgada mostrando a importância de se ter um dessalinizador nessas regiões como já existe em Bengalas e Poço de Pau, poços estudados no trabalho. Dos participantes da pesquisa 83,3% não pagam pelos serviços de abastecimento de água e apenas 16,7% pagam. Sobre o sistema predominante de descarte de esgoto da residência das famílias, pode-se perceber que esse sistema de descarte é a fossa séptica com 83,3%, seguido do sumidouro e a céu aberto com 8,3% cada.

O resultado sobre a eficácia de caso o sistema da residência ser uma rede de esgoto pública, como o morador avaliaria essa eficácia é apresentado na Figura 13.

**Figura 13** – Avaliação da eficácia do sistema da rede de esgoto pública (quando for o caso) dos moradores

Fonte: Autor (2023)

Os moradores que utilizam fossa séptica ou sumidouro descreveram como é feita o processo de descarte dos efluentes, esses resultados são apresentados na Tabela 17.

**Tabela 17** – Descrição do processo de descarte dos moradores que utilizam fossa séptica ou sumidouro

LOCAL	PROCESSO DE DESCARTE
Candiais	Fossa séptica
Bengalas	Não sei informar
Candiais	Não sei
Bengalas	Não sei informa
Candiais	Sumidouro
Candiais	Não sei informa
Bengalas	Não utilizo
Candiais	Quando ocorre da fossa encher, contratamos uma pessoa que realiza os serviços de limpeza
Poço do Pau	Não sei informar
Poço do Pau	O esgoto sanitário é lançado na fossa séptica e fica armazenado
Cutias de Baixo	O esgoto é lançado do banheiro até a fossa
Cutias de Baixo	O esgoto sanitário é lançado na fossa e o esgoto de pia é lançado na sarjeta de rua

Fonte: Autor (2023)

Nota-se que muitos moradores não sabem informar como é feito esse descarte e em alguns casos esse descarte é feito diretamente na rua da residência, deixando o esgoto a céu aberto trazendo riscos à saúde e possíveis contaminações. Sobre se realiza manutenção regular na fossa séptica ou sumidouro todos os participantes da pesquisa responderam que não fazem qualquer tipo de manutenção ou não sabem informar, isso é bem preocupante pois esses tipos de sistema precisam passar por manutenções regulares. Nenhum morador paga pelo serviço de esgoto da sua residência, bem como nenhum dos participantes utiliza algum sistema adicional de tratamento de esgoto antes do descarte.

#### 4 CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que todas as águas dos poços não estão dentro dos padrões recomendados pela legislação e não poderiam ser utilizados para abastecimento público sem antes passarem por algum tratamento ou desinfecção que possa fazer com o que a água fique dentro do estabelecido pela Portaria.

Todas as amostras apresentaram dados e padrões preocupantes em todas as coletas realizadas ao longo dos meses, principalmente os parâmetros de coliformes totais e *escherichia coli* que se mostraram muito elevados, devendo passar com urgência por algum

tipo de tratamento que possa eliminar esses parâmetros.

Os valores encontrados, também para a dureza total, estão muito acima do recomendado necessitando também de atenção. Os dados do cloreto também foram bem elevados, onde foi preciso diluir algumas amostras para que se pudessem chegar em algum resultado e mesmo assim os teores continuaram elevados. Para a alcalinidade, a Portaria não estabelece um padrão aceitável, mas sabe-se que grandes concentrações de alcalinidade podem provocar uma alteração no sabor da água, todavia não há riscos para a saúde.

Assim como a alcalinidade, a Portaria não estabelece limites para a condutividade elétrica para fins de abastecimento. Os pH's das amostras, de um modo geral, obtiveram valores dentro do estabelecido pela Portaria, que é resultado positivo para a análise. Na análise da salinidade, todas as amostras de água foram classificadas como salobras, e as amostras ao passarem pelo dessalinizador se tornaram doce e adequada para a distribuição pública.

O parâmetro da turbidez se mostrou de acordo em todas as coletas que foram analisadas, mostrando que a olho nu a água pareceu bem limpa. Esse resultado também foi repetido para a cor aparente e cor verdadeira, esse último não sendo estabelecido padrões aceitáveis pela Portaria, mas obtendo-se dados satisfatórios.

Os resultados mais interessantes e animadoras foram o uso dos dessalinizadores. Eles conseguiram reduzir ou eliminar quase todos os parâmetros analisados, como os parâmetros de coliformes totais e *escherichia coli*, sendo notória e expressiva sua redução e eliminação ao comparar com os resultados obtidos antes de passar por eles. Outros parâmetros reduzidos foram a dureza total, o cloreto, que reduziu grandes concentrações de cloreto presentes na água e a alcalinidade também foi reduzida ao passar pelo equipamento, assim como a condutividade elétrica, a salinidade, a turbidez e os parâmetros de cores. Os dessalinizadores se mostraram muito eficientes e necessários, principalmente por não haver nenhum tipo de tratamento nos poços analisados e estudados.

---

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA IBGE. **Economia Brasileira Consumiu 6,3 Litros de Água Para Cada R\$1 Gerado em 2017**, 2020. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/27608-economia-brasileira-consumiu-6-3-litros-de-agua-para-cada-r-1-gerado-em-2017>>. Acesso em: 03 dez. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO (ANA). **Água no Mundo**, 2018. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/cooperacao-internacional/agua-no-mundo>>. Acesso em: 13 mai. 2023.

APAC. **Precipitação Média por Município**, 2023. Disponível em: <<https://www.apac.pe.gov.br/193-climatologia/521-climatologia-por-municipio>>. Acesso em: 09 dez. 2023.

BAIRD, R; EATON, A; RICE, E. **Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater**. Washington, DC: American public health association, 2012.

BARBOSA, Paulo Augusto. **Análise da Qualidade da Água de Poços Artesianos na Zona Rural do Município de Passira/PE**, 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2022.

BRAGA, E; AQUINO, M; MOTA, F; JR., F. **I-114 – Avaliação da Salinidade das Águas Subterrâneas de Poços Localizados em Diferentes Cidades do Interior do Estado de Ceará**, 2015. Disponível em: <[https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/54804/1/2015\\_eve\\_easbraga.pdf](https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/54804/1/2015_eve_easbraga.pdf)>. Acesso em: 11 dez. 2023.

BRASIL. **CONAMA**, 2005. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Brasília, 2005. Disponível em: <[https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res\\_conama\\_357\\_2005\\_classificacao\\_corpos\\_agua\\_rtfcd\\_a\\_altrd\\_res\\_393\\_2007\\_397\\_2008\\_410\\_2009\\_430\\_2011.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_a_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf)>. Acesso em: 11 dez. 2023.

BRITO, L; SILVA, A; PORTO, E. **Disponibilidade de água e a gestão de recursos hídricos**. Embrapa, 2007. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/159648/disponibilidade-de-agua-e-a-gestao-dos-recursos-hidricos>. Acesso em: 13 mai. 2023.

CAPPI, N; CARVALHO, E; PINTO, A. **Influência do Uso e Ocupação do Solo nas Características Químicas e Biológicas das Águas de Poços na Bacia do Córrego Fundo, Aquidauana, MS**, 2006. Anais 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande, Brasil. Disponível em: <<http://mtc-m16b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m17@80/2006/12.11.13.29/doc/p29.pdf>>. Acesso em: 09 dez. 2023.

CHAVES, A; ALMEIDA, R; CRISPIM, D; QUEIROZ, M; MARACAJÁ, P. **Condutividade Elétrica, PH a a Relação Adsorção de Sódio nas Águas de Poços do Município de Pombal-PB**, 2015. Disponível em: <<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/viewFile/3222/2786>>. Acesso em: 11 dez. 2023.

CRUZ, Fernando. **A Importância da Análise de Cloretos na Água**, 2022. Disponível em: <<https://baktron.com.br/a-importancia-da-analise-de-cloretos-na-agua/>>. Acesso em: 09 dez. 2023.

DAE-BAURU. **As Águas Subterrâneas**, 2021. Disponível em: <[https://www.daebauru.sp.gov.br/ambiente.php?item=RH3#:~:text=Entretanto%2C%20as%20%C3%A1guas%20subterr%C3%A2neas%20\(10.360,e%20lagos%20\(92.168%20km3\)>](https://www.daebauru.sp.gov.br/ambiente.php?item=RH3#:~:text=Entretanto%2C%20as%20%C3%A1guas%20subterr%C3%A2neas%20(10.360,e%20lagos%20(92.168%20km3)>)>. Acesso em: 03 dez. 2023.

FERIANI, Rafaela. **Captação de Água Subterrânea: Conceito e Legislação**. Disponível em: <<https://amblegis.com.br/meio-ambiente/captacao-de-agua-subterranea-conceito-e-legislacao/>>. Acesso em: 03 dez. 2023.

FREITAS, A; ROSSATO, J; ROCHA, J. **Entendendo a Dureza e Qualidade da Água Através da Aprendizagem Baseada em Problemas**, 2017. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. Disponível: <<https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/207182/2/ACF%2C%20JBTR%20%26%20JMR.pdf>>. Acesso em: 09 dez. 2023.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual Prático de Análise de Água**, 1. Ed., Brasília, DF, 2004. Disponível em: <[https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/analise\\_agua\\_bolso.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/analise_agua_bolso.pdf)>. Acesso em: 11 dez. 2023.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual Prático de Análise de Água**. 4. ed., Brasília, DF, 2013. Disponível em: <[http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files\\_mf/manual\\_pratico\\_de\\_analise\\_de\\_agua\\_2.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf)>. Acesso em: 09 dez. 2023.

FUSATI. **Água Potável e Seu Tratamento**, 2023. Disponível: <<https://www.fusati.com.br/agua-potavel-e-seu-tratamento/>>. Acesso em: 11 dez. 2023.  
FUSATI. **O que é Turbidez da Água**, 2023. Disponível em: <<https://www.fusati.com.br/o-que-e-turbidez/>>. Acesso em: 11 dez. 2023.

HIRATA, R; SUHOGUSOFF, A; MARCELLINI, S; VILLAR, P; MARCELLINI, L. **A Revolução Silenciosa das Águas Subterrâneas no Brasil: Uma Análise da Importância do Recurso e os Riscos Pela Falta de Saneamento**, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/item/002928658>>. Acesso em: 03 dez. 2023.

IBGE. **Amazonas**, 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/am.html>>. Acesso em: 03 dez. 2023.

IBGE. **Passira**, 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/passira.html>>. Acesso em: 03 dez. 2023.

IBGE. **Passira: Panorama**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/passira/panorama>>. Acesso em: 03 dez. 2023.

JORNAL DA USP. **Abastecimento Brasileiro Depende de Poços Artesianos Sob Risco de Contaminação**, 2019. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-ambientais/abastecimento-brasileiro-depender-de-pocos-artesianos-sob-risco-de-contaminacao/>>. Acesso em: 03 dez. 2023.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento Por Água Subterrânea: Diagnóstico do Município de Passira**, 2005. Disponível em: <[https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/16555/1/Rel\\_Passira.pdf](https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/16555/1/Rel_Passira.pdf)>. Acesso em: 03 dez. 2023.

NATURÁGUA. **O PH da água – Quebrando o Mito**, 2020. Disponível em: <<https://naturagua.com.br/blog/o-ph-da-agua-quebrando-o-mito/>>. Acesso em: 11 dez. 2023.

PEIXOTO, S; MERLUGO, C; MACIEL, A; SOLNER, T. **Potabilidade da água de poços artesianos: diagnóstico de amostras dos municípios do Rio Grande do Sul**, 2018.

Disponível em:

<<https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/download/34656/pdf/187946>>. Acesso em: 11 dez. 2023.

SOARES, Jeanine Oliveira. **Relatório de Estágio Supervisionado Desenvolvido na Empresa Jr Hidroquímica: Determinação da Cor, Turbidez, Condutividade, Ferro e Cobre em Amostras de Águas Subterrâneas**. 2022. Universidade Federal de Santa Catarina, 2022. Disponível em:

<<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/243421/TCC?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 11 dez. 2023.

SPERLING, Marcos Von. **Estudos de Modelagem da Qualidade da Água de Rios**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2007.

VASCOCELOS, M; CAJAZEIRAS, C; SOUSA, R. **Aplicação da Condutividade Elétrica da Água nos Estudos Hidrogeológicos da Região Nordeste do Brasil**, 2019. Disponível em:

<[https://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/21644/1/aplicacao\\_da\\_condutividade\\_eletrica.pdf](https://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/21644/1/aplicacao_da_condutividade_eletrica.pdf)>. Acesso em: 11 dez. 2023.

VENDRAME, Z; CERVI, L. **Poços são alternativas para abastecimento em áreas rurais**.

Poder 360. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/opiniaopocos-sao-alternativa-para-abastecimento-em-areas-rurais/>. Acesso em: 13 mai. 2023.

VILHENA, José Luiz. **Dureza da Água: O Que É e Como Ela Influencia na Qualidade**.

Disponível em: <<https://grupohidrica.com.br/dureza-da-agua/>>. Acesso em: 09 dez. 2023.

JOÃO PEDRO DA SILVA COSTA

**ANÁLISE SAZONAL DA QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS ARTESIANOS NO  
MUNICÍPIO DE PASSIRA/PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de artigo científico, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

**Área de concentração:** Saneamento Ambiental

Aprovado em 20 de Dezembro de 2023.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Elizabeth A. Pastich Gonçalves (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Profa. Dra. Simone Machado Santos (Avaliador)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Profa. Thais Tainan Santos da Silva (Avaliadora)  
Universidade Federal de Pernambuco