



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

PAULO AUGUSTO BARBOSA

**ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS ARTESIANOS NA ZONA
RURAL DO MUNICÍPIO DE PASSIRA/PE**

Caruaru

2022

PAULO AUGUSTO BARBOSA

**ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS ARTESIANOS NA ZONA
RURAL DO 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

Orientadora: Profa. Dr. Elizabeth A. Pastich Gonçalves

Caruaru

2022

Análise da qualidade da água de poços artesianos na zona rural do município de Passira/PE

Analysis of water quality from artesian wells in the rural area of the municipality of Passira/PE

Paulo Augusto Barbosa¹

RESUMO

Preservar as fontes de água é um dos maiores desafios já enfrentados pelas gerações, águas livres de contaminantes e com padrões aceitáveis para o consumo humano. A ocupação do solo pela sociedade provoca desestabilização e contaminação dos lençóis freáticos, alterando aspectos físicos, químicos e biológicos, podendo provocar perda da qualidade da água. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água dos principais poços artesianos para fins de abastecimento público da zona rural no município de Passira-PE. Na presente pesquisa foram selecionados cinco poços, sendo dois deles com dessalinizadores, para tanto foram coletadas sete amostras, para que fosse possível testar as reais mudanças dos dessalinizadores, coletando amostras antes e depois do equipamento. Foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas, tais como: Coliformes totais, *Escherichia coli*, dureza de cálcio, dureza total, alcalinidade, salinidade, turbidez, condutividade elétrica, pH, cor e oxigênio dissolvido. Todos os cinco poços apresentaram-se fora dos parâmetros estabelecidos pela legislação vigente. São os casos dos níveis de dureza total, e a presença de coliformes totais e *Escherichia coli* que podem ter graves repercussões sobre a saúde pública. A presença dos dessalinizadores foi imprescindível para o enquadramento da água nos padrões legais, tendo reduzido os índices de patógenos na água, dureza total, alcalinidade, salinidade e condutividade elétrica.

Palavras-chave: águas subterrâneas; dessalinização; análise físico-química; abastecimento público de água.

ABSTRACT

¹Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: paulo.augustobarbosa@ufpe.br

Preserving water sources is one of the biggest challenges ever faced by generations, water free of contaminants and with acceptable standards for human consumption. The occupation of the soil by society causes destabilization and contamination of groundwater, altering physical, chemical and biological aspects, which can cause loss of water quality. The present research aimed to evaluate the water quality of the main artesian wells for the purpose of public supply in the rural area in the municipality of Passira-PE. In the present research, five wells were selected, two of them with desalination plants, for which seven samples were collected, so that it was possible to test the real changes of the desalination plants, collecting samples before and after the equipment. Physical-chemical and microbiological analyzes were performed, such as: total coliforms, *Escherichia coli*, calcium hardness, total hardness, alkalinity, salinity, turbidity, electrical conductivity, pH, color and dissolved oxygen. All five wells were outside the parameters established by current legislation. These are the cases of total hardness levels, and the presence of total coliforms and *Escherichia coli* that can have serious repercussions on public health. The presence of desalination plants was essential for the water to comply with legal standards, reducing the levels of pathogens in the water, total hardness, alkalinity, salinity and electrical conductivity.

Keywords: groundwater; desalination; chemical physical analysis; public water supply.

DATA DE APROVAÇÃO: 04 de novembro de 2022.

1 INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água é abundante no planeta terra, segundo Mendonça (2019) cerca de 70% da superfície da terra é coberta desse bem tão essencial para a vida, desse total 97,5% é de água salgada. É preciso entender que de toda água presente no planeta uma pequena parcela é de água doce, apenas 2,5%, e essa parcela é usada para consumo humano, após se adequar a parâmetros aceitáveis para torná-la potável.

É fundamental que esse bem essencial para a vida das pessoas chegue a todos, principalmente em regiões com difícil acesso ou com baixos índices pluviométricos, de uma maneira segura, tratada e de boa qualidade. Quando a qualidade não é adequada, pode gerar problemas a saúde pública (GASPARINI, 2020).

A falta de acesso a água gera um atraso para o desenvolvimento humano já que ela é indispensável às atividades cotidianas, como cozinhar e higiene pessoal, por exemplo.

Assegurar a água de maneira suficiente e segura provoca uma diminuição da pobreza, já que sua disponibilidade para todos propicia equidade nas necessidades mais básicas, e esse fator se intensifica principalmente nas áreas rurais de países em desenvolvimento (LUNA; CAMPOS; STUDART, 2003).

O Nordeste brasileiro ocupa 1,5 milhão de km² e compreende nove estados da Federação, o clima que predomina é o semiárido que corresponde a 60% da área total. Essa região possui precipitação pluvial anual de 500 mm em algumas localidades, abaixo da média nacional que varia de 1200 mm/ano a 2000 mm/ano (MOLION; BERNADO, 2002). Esta região do semiárido do nordeste brasileiro onde a irregular distribuição espacial e temporal das chuvas, em conjunto com uma elevada evapotranspiração, tem provocado o fenômeno das secas, o que tem, historicamente, provocado inúmeros transtornos socioeconômicos a região (DE BRITTO; DE MELO; DA SILVA, 2006).

No dia 16 de março de 2016, o estado de Pernambuco decretou situação de emergência devido à estiagem em 55 municípios do Agreste, dentre os quais o município de Passira fazia parte dessa lista de municípios (G1, 2016). Com o período forte de estiagem, o município de Passira sofreu com o abastecimento irregular de água, principalmente o centro urbano, com intermitência no abastecimento de água pela Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa). A barragem de Jucazinho, localizada no município de Surubim/PE, operava no abastecimento da cidade de Passira e em mais 12 outras cidades do Agreste de Pernambuco, nesse período a barragem sofreu um colapso devido à escassez de chuvas, impossibilitando o abastecimento nessas cidades (GRIESINGER, 2016). Com isso a cidade de Passira procurou outras medidas para abastecer seus habitantes, e encontrou parte da solução na exploração dos lençóis subterrâneos de diversas localidades da zona rural, no entanto a salinização foi um fator complicador para o uso da água.

A água subterrânea é o recurso natural mais extraído do subsolo brasileiro, com o total de 2,5 milhões de poços espalhados que juntos bombeiam uma vazão de cerca de 557 m³/s. As águas presentes no subsolo são essenciais para a vida, pois além de abastecerem as cidades, está diretamente ligada a agricultura e sustentam sistemas aquáticos como rios e lagos (HIRATA, 2019).

As pessoas que vivem em áreas rurais necessitam de abastecimento de água, tanto para o uso pessoal, quanto na agricultura e pecuária. Por muito tempo a zona rural de Passira encontra a solução deste problema hídrico nas águas subterrâneas, as quais suportam os longos períodos de estiagem e apresentam baixo índice de evaporação. Entender a qualidade da água dos poços usados com mais maior profundidade, e que abastecem um maior número de pessoas tanto na

zona rural de Passira, quanto no centro urbano em períodos de seca é fundamental para assegurar a qualidade da saúde e de vida dos habitantes.

Diante da importância supracitada, o objetivo geral desse trabalho foi analisar a qualidade da água de poços artesianos para fins de abastecimento público das comunidades mais importantes da zona rural do município de Passira/PE. Já os objetivos específicos foram identificar as regiões mais populosas na zona rural de Passira que usam águas provenientes de lençóis freáticos, obter informações sobre a localização dos poços que abastecem essas regiões mais populosas, levantar características técnicas e operacionais, tais como: profundidade, vazão, tipo de bombeamento, estimativa do número de habitantes que o poço abastece e avaliar a eficiência dos dessalinizadores na remoção de sais.

2 METODOLOGIA

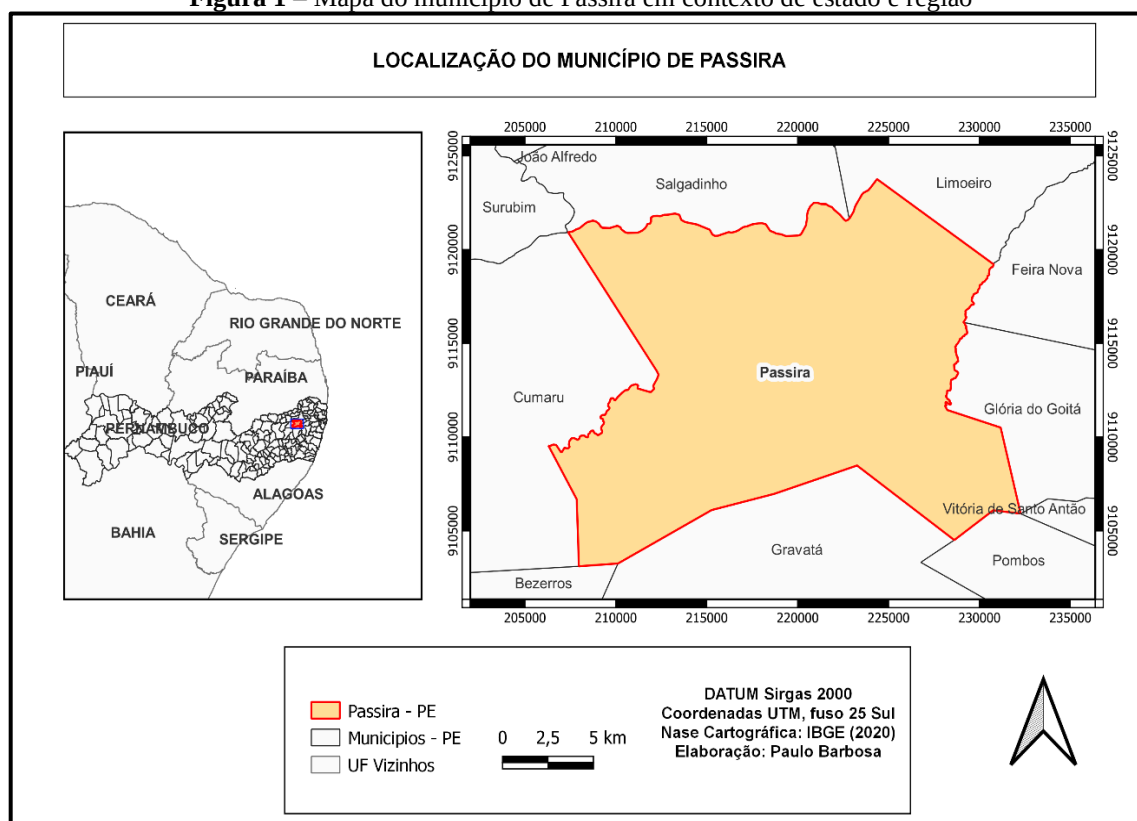
2.1 Área de Pesquisa

O estudo foi conduzido no município de Passira, localizado no Agreste do estado de Pernambuco, conforme apresentado na Figura 1. De acordo com os dados fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e estatística (IBGE, 2021), o município possui 326,757 km² de extensão territorial e 107 km de distância da capital Recife. A população estimada da cidade de Passira no ano de 2021 foi de aproximadamente 28.856 pessoas, com densidade demográfica de 87,61 hab./km².

O município foi criado pela Lei Estadual nº 4.981 de 20 de dezembro de 1963. Pertencia anteriormente ao município de Limoeiro. Seus principais distritos são: Passira e Bengalas.

O salário médio mensal dos trabalhadores formais é de 1,5 salários mínimos (IBGE, 2020), sendo as principais atividades econômicas do município o comércio local, a produção artesanal de rendas, que hoje envolve mais de 5 mil rendeiras, a pecuária, a agricultura e atividades de extrativismo vegetal e silvicultura.

De acordo com Projeto de Cadastro de Fontes de Abastecimento por água subterrânea (2005) o relevo no município é geralmente movimentado com vales profundos e ondulados, a região possui clima semiárido e com vegetação que varia desde a caatinga hipoxeráfila à floresta cadufifóia.

Figura 1 – Mapa do município de Passira em contexto de estado e região

Fonte: Autor (2022)

Para definir o critério de escolha dos poços a serem estudados, primeiramente foi encaminhado um pedido ao secretário de agricultura o levantamento dos poços artesanais ativos da prefeitura de Passira juntamente com as informações da localidade dos poços, as regiões que são abastecidas por esses poços, e o número de famílias beneficiadas com a água. A inspeção foi realizada por meio de visita técnica nas regiões estudadas, e no momento da visita foram recolhidas as informações das coordenadas geográficas, altitudes, fotografias da parte externa dos poços, bem como informações das principais práticas de uso pelas comunidades locais das águas subterrâneas.

Para a escolha dos poços foi levado em consideração três pontos, sendo o primeiro deles a distância entre poços, afim de se obter uma equidistância possível entre eles para um melhor entendimento da qualidade da água pelo território. O segundo ponto foi o número de habitantes que utilizam esse sistema de abastecimento, foram selecionados os que atendiam ao maior número de habitantes. E o terceiro ponto a facilidade de acesso dos poços, não sendo possível fazer uma visita técnica em todos os poços por fatores como: grandes distâncias percorridas, difícil acesso por estradas em mau estado de conservação ou na ausência de estradas e segurança do pesquisador.

Foram selecionados cinco poços da prefeitura de Passira (Tabela 1), localizados na zona

rural do município, através de listagem fornecida pela secretária de agricultura e com a autorização dos responsáveis nas comunidades pelos cuidados com as instalações. Foi considerado como proteção sanitária medidas de desinfecção da água.

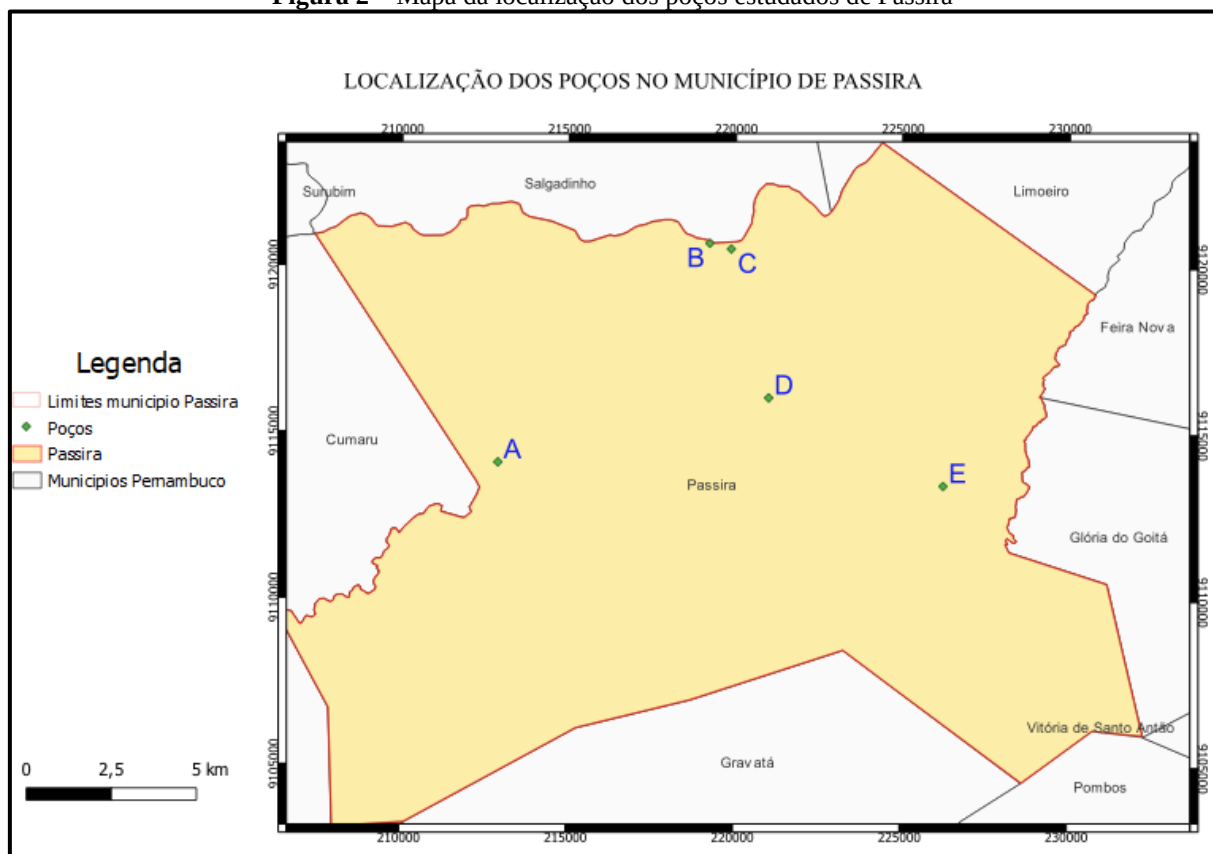
Tabela 1 - Dados de localização, coordenadas dos poços, altitude, proteção sanitária, número de famílias atendidas, vazão e profundidade da bomba.

ID do poço	Localidade	Coordenadas geográficas (LAT, LONG) (DATUM WGS84)	Altitude (m)	Proteção sanitária	Famílias atendidas	Vazão (m³/h)	Profundidade da bomba (m)
A	Cutias de Baixo	8° 0' 22,94" S 35° 36' 16,34" O	218	Ausente	150	5	50
B	Poço do Pau	7° 56' 49,09" S 35° 32' 48,85" O	158	Ausente	130	12	50
C	Poço do Pau	7° 56' 54,71" S 35° 32' 27,86" O	152	Ausente	500	5	50
D	Candiais	7° 59' 20,42" S 35° 31' 51,34" O	163	Ausente	180	5	50
E	Bengalas	8° 0' 47,08" S 35° 29' 0,77" O	131	Ausente	120	9	50

Fonte: Autor (2022)

A Figura 2 apresenta a localização dos cinco poços estudados, em contexto de limites do município de Passira.

Figura 2 – Mapa da localização dos poços estudados de Passira



Fonte: Autor (2022)

A Figura 3 apresenta o chafariz público na comunidade de Cutias de Baixo, foi considerado como poço A pois é o primeiro a ser coletado a água, esse mesmo critério foi utilizado para nomear os demais poços. Esta instalação possui uma casa de bombas, e dois tanques de equalização, para que se possa armazenar água retirada do lençol freático.

Figura 3 – Chafariz público na comunidade de Cutias de Baixo (poço A)



Fonte: Autor (2022)

A Figura 4 apresenta o chafariz público na comunidade de Poço do Pau (Poço B), esta comunidade apresenta dois poços, sendo neste primeiro que acontece a retirada do sal da água. Esta instalação possui casa de equipamentos, um dessalinizador e dois tanques de equalização. Após o processo de retirada do sal, a água é armazenada nos tanques, e podem ser coletadas por duas torneiras em frente ao chafariz.

Figura 4 – Chafariz público na comunidade de Poço do Pau (poço B)



Fonte: Autor (2022)

A Figura 5 apresenta o poço C, localizado também na comunidade de poço do pau, diferente do poço B, neste a água não passa pelo processo de dessalinização, a bomba é ligada diretamente na rede de abastecimento da comunidade. Percebe-se na imagem nenhuma estrutura de proteção ou de armazenamento da água.

Figura 5 – Poço C na comunidade de Poço do Pau



Fonte: Autor (2022)

A Figura 6 apresenta o poço D na comunidade de Candiais, semelhante ao poço C, este também não possui nenhuma proteção externa e a bomba é ligada diretamente na rede de abastecimento da comunidade.

Figura 6 – Poço D na comunidade de Candiais



Fonte: Autor (2022)

A Figura 7 apresenta o chafariz público na comunidade de Bengalas (Poço E), esta comunidade apresenta apenas um poço, porém há dois sistemas de abastecimento, sendo o primeiro a retirada do sal da água por meio do dessalinizador, seguido da armazenagem em tanques de equalização. E o segundo com o abastecimento diretamente para as residências, sem passar por nenhum processo de filtragem ou tratamento. Esta instalação possui casa de equipamentos, um dessalinizador e dois tanques de equalização.

Figura 7 – Chafariz público na comunidade de Bengalas (poço E)



Fonte: Autor (2022)

2.2 Tipo da Pesquisa

O presente trabalho quanto a abordagem se caracteriza como uma pesquisa quantitativa, já que os resultados das análises podem ser quantificados. Segundo Moresi (2003) considera que nesse tipo de pesquisa as informações podem ser quantificáveis, isso implica que os números servem de base para classificações e interpretações.

Quanto a natureza da pesquisa, se define como aplicada, segundo Thiollent (1986) esse tipo de pesquisa busca elaboração de diagnósticos, identificação de problemas e busca de soluções.

Referente ao objetivo é uma pesquisa exploratória. Este tipo de pesquisa tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses (GIL, 1999). Nesse princípio a pesquisa possui a pretensão de construir e explicitar os possíveis problemas que podem ser descobertos acerca da qualidade da água utilizada pela população da região estudada.

Já no que se refere aos procedimentos, é uma pesquisa em campo e experimental. Uma pesquisa em campo é aquela que correspondente à coleta direta de informação no local em que acontecem os fenômenos (GIL, 1999). Se aplica como pesquisa em campo pois as amostras se encontram em diferentes lugares, e os cuidados com a pesquisa já ocorrem com o cuidado na coleta das amostras, e as informações são adquiridas no ambiente de coleta, como proteção sanitária do poço, famílias atendidas com a água e relatos de moradores, por exemplo.

Segundo Gil (1999) a pesquisa experimental consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto. Para classificar as amostras de água foi preciso usar um laboratório com um ambiente controlado, com materiais, métodos, limpeza e temperatura adequados, por exemplo.

2.3 Método de Coleta de Dados

Foram realizadas quatro coletas mensais no período de maio até setembro de 2022, com exceção do mês de junho porquê devido as chuvas intensas houve dificuldade de transitar no município devido a estradas em condições ruins. Para verificar as mudanças de padrões e características da água decorrente no tempo, a primeira coleta foi no dia 11 de maio, a segunda no dia 20 de julho, a terceira no dia 17 de agosto e a quarta no dia 14 de setembro, todas no período da manhã. As amostras foram levadas para o laboratório no mesmo dia, e as análises foram realizadas sem demora no período da tarde.

O procedimento de coleta seguiu as orientações do manual prático de análise de água da FUNASA (2013). Foram utilizados dois recipientes para cada coleta, o primeiro utilizando os frascos Nalgon autoclaváveis para as análises microbiológicas e o segundo utilizando frascos de plástico polietileno para as análises físico-químicas, sendo a coleta realizada na saída da bomba, ou logo após o dessalinizador quando for o caso, quando não foi possível o acesso fácil a bomba, a água foi coletada no ponto de saída mais próximo ao poço artesiano. Quando o poço

possuía dessalinizador, foi coletada uma amostra da água antes de passar pelo equipamento e uma amostra depois do equipamento, para verificar os verdadeiros efeitos do dessalinizador nesse abastecimento.

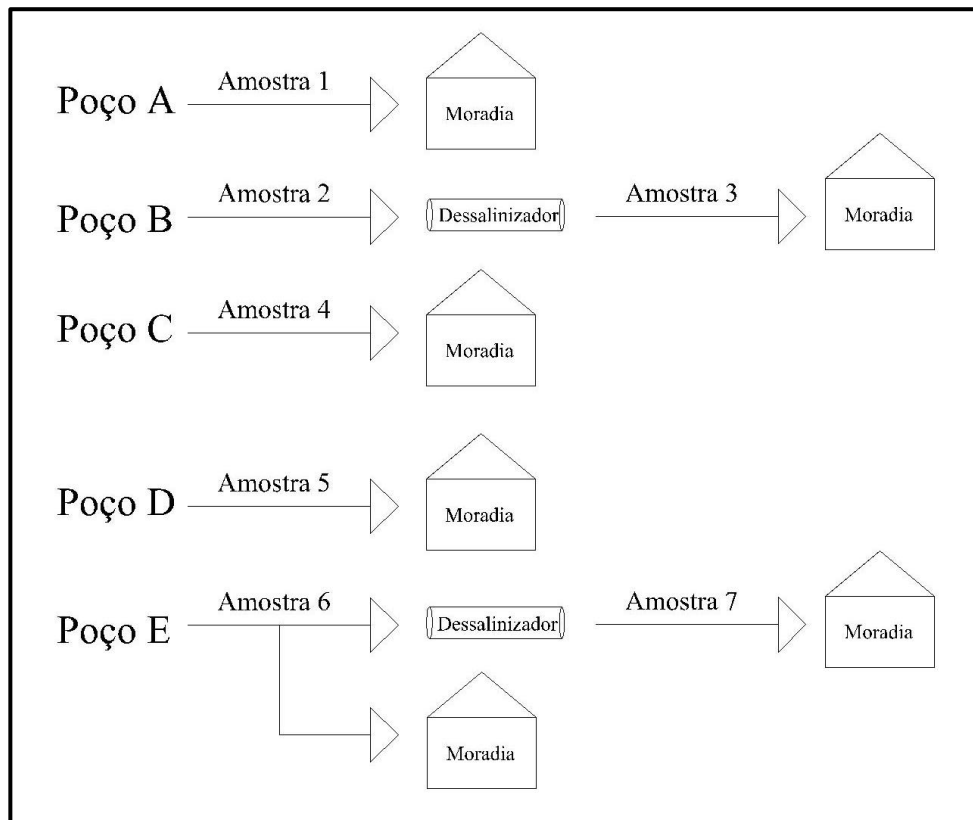
No momento de cada uma das coletas foi esperado a água escorrer por cinco minutos para eliminar possíveis contaminantes presentes no percurso da água. Após essa etapa de coleta das amostras os recipientes foram guardados em uma caixa isotérmica contendo gelo para manter a temperatura estável durante a viagem até o Laboratório de Engenharia Ambiental da UFPE Campus Agreste, onde foram realizadas as análises. A Tabela 2 apresenta as identificações dos poços e amostras, como também suas localizações, características e pontos de coletas.

Tabela 2 - Dados da identificação do poço, localidade, identificação da amostra e característica do poço.

ID do poço	Localidade	ID da Amostra	Poço	Pontos de Coleta
A	Cutias de Baixo	1	Sem dessalinizador	Após a Bomba
B	Poço do Pau	2	Com Dessalinizador	Montante ao Dessalinizador
		3		Jusante ao Dessalinizador
C	Poço do Pau	4	Sem dessalinizador	Após a Bomba
D	Candiais	5	Sem dessalinizador	Após a Bomba
E	Bengalas	6	Com Dessalinizador	Montante ao Dessalinizador
		7		Jusante ao Dessalinizador

Autor (2022)

A Figura 8 apresenta um fluxograma para o melhor entendimento da distribuição das águas bem como a situação das amostras como relação ao poço.

Figura 8 – Fluxograma de identificação dos poços e amostra

Autor (2022)

2.4 Análise Microbiológica e Físico-Química

Nessa etapa da pesquisa foram feitas as análises da qualidade de água das sete amostras dos poços artesanais das regiões escolhidas no município de Passira. No Laboratório de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Pernambuco, Campus Agreste foram feitas as seguintes análises para cada amostra: Análises Microbiológicas: Coliformes Totais e Coliformes Fecais (*E. coli*); Análises Físico-Químicas: Dureza de Cálcio, Dureza Total, Alcalinidade, Salinidade, Turbidez, Condutividade Elétrica, pH, Cor e Oxigênio Dissolvido.

Os métodos de análise utilizados seguem o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* da American Public Health Association (BAIRD, 2012). Os parâmetros analisados nesse trabalho e a metodologia de análise estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3 - Metodologia dos procedimentos físico-químicos e biológico.

Característica	Variável	Metodologia
Biológica	Coliformes Totais	Método de Filtro de Membrana
	Escherichia Coli	Método de Filtro de Membrana
	Dureza de Cálcio	Titulometria com EDTA
	Dureza Total	Titulometria com EDTA
	Alcalinidade	Titulação Potenciométrica
	Salinidade	Método da condutividade elétrica
Físico-Química	Turbidez	Método Nefelométrico
	Condutividade Elétrica	Método Condutimétrico
	pH	Método Potenciométrico
	Cor	Método Espectrofotométrico
	Oxigênio Dissolvido	Método Eletrométrico

Fonte: Autor (2022).

2.5 Legislação Normativa da Qualidade da Água para o Consumo Humano

Para identificar se as águas estudadas estão aptas para o consumo humano, os parâmetros de comparação usados estão presentes na Portaria do Ministério da Saúde GM/MS N° 888 de 04 de maio de 2021. Segundo a portaria, a mesma dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Neste estudo também foi utilizado a Resolução CONAMA, N° 357, de 17 de março de 2005 para classificar a água de acordo com a salinidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise Microbiológica

Os resultados da determinação dos parâmetros microbiológicos estão contidos na Tabela 4, onde estão determinados a presença ou a ausência de coliformes totais e Escherichia coli das setes amostras, em quatro diferentes coletas.

Tabela 4 – Resultados da análise microbiológica para os parâmetros coliformes totais e *Escherichia coli*, para os sete pontos de coleta nos poços na zona rural de Passira, PE.

ID	Coleta 1 (UFC/100 mL)		Coleta 2 (UFC/100 mL)		Coleta 3 (UFC/100 mL)		Coleta 4 (UFC/100 mL)	
	CT	EC	CT	EC	CT	EC	CT	EC
1	nd	nd	34	nd	14	nd	3	nd
2	> 100	nd	60	nd	71	nd	48	nd
3	nd	nd	21	nd	5	nd	nd	nd
4	29	3	>100	3	>100	nd	nd	nd
5	11	nd	10	3	>100	2	2	2
6	> 100	39	34	16	49	35	13	11
7	11	nd	28	5	nd	nd	7	3

ID= identificação das amostras; nd: não detectado. EC= *Escherichia coli*; CT=coliformes totais

Fonte: Autor (2022)

A portaria do Ministério da Saúde N° 888 (BRASIL, 2021) declara que deve ocorrer ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* em 100 mL de água. Todos os poços apresentaram contaminação de coliformes totais e/ou *Escherichia coli* em algum momento, isso implica que a água proveniente desses poços não pode ser utilizada para abastecimento público sem tratamento.

Analisando a Tabela 3 é importante notar que a amostra 1, do poço A, apresentou coliformes totais nas coletas 2, 3 e 4, porém, nenhuma das quatro apresentaram *Escherichia coli*. Na amostra 2, do poço B, que é a amostra de água a montante do dessalinizador, assim como na amostra 1, está não apresentou *Escherichia coli*, mas sim coliformes totais em alta densidade nas quatro coletas, o que é preocupante. A amostra 3, do poço B, é a amostra a jusante do dessalinizador apresentou coliformes totais, no entanto, ao passar pelo dessalinizador, a contaminação diminui ou acaba. Na coleta 1 diminuiu em 100%, na coleta 2 diminuiu 43%, na coleta 3 diminuiu 92,96% e na coleta 4 diminuiu 100% do contaminante.

Na amostra 4 do poço C, observou-se que as coletas 1 e 2 apresentaram presença tanto de coliformes totais quanto *Escherichia coli*, já na coleta 3 apenas coliformes totais, e na amostra 4 não houve presença de ambos. A amostra 5 do poço D não apresentou *Escherichia coli* na coleta 2, mas apresentou tanto coliformes totais, quanto *Escherichia coli* nas demais coletas. Na amostra 6 do poço E, que é a amostra a montante do dessalinizador, ocorreu a presença de coliformes totais e *Escherichia coli* em todas as quatro coletas. Por fim, a amostra 7, a jusante do dessalinizador assim como na amostra 3, apresentaram uma diminuição desses contaminantes, em coliformes totais houve uma queda de 89%, 26,47%, 100% e 46,15%, nas coletas 1, 2, 3 e 4, respectivamente. Já quando se observa *Escherichia coli*, percebe-se quedas de 100%, 68,75%, 100% e 72,72%, nas coletas 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

De maneira geral todos os poços são relativamente rasos, visto que a profundidade da bomba em todos eles não ultrapassam 50 metros, esse fator pode influenciar pois existe uma maior facilidade de infiltração de água na superfície com esses patógenos até o lençol freático.

É importante destacar também que todos os poços estudados não apresentam proteção sanitária e suas localizações estão próximas a residências e vilas, essas comunidades não apresentam rede de esgotamento sanitário, o que leva a comunidade a dispor os seus resíduos em fossas sépticas e sumidouros, muitas vezes implantados sem a observância das normas técnicas necessárias. Esse fator se agrava quando há presença de excrementos de suínos, caprinos e/ou bovinos, ou quando esse material é usado como fertilizante orgânico para as plantações características daquela região, ambos parte da fonte econômica do município estudado.

3.2 Análise Físico-Química

Os resultados da determinação de todos os parâmetros físico-químicos neste estudo estão contidos em gráficos com diagramas de caixa, esse tipo de diagrama foi interpretado como ideal pois neste é possível apresentar a estatística descritiva.

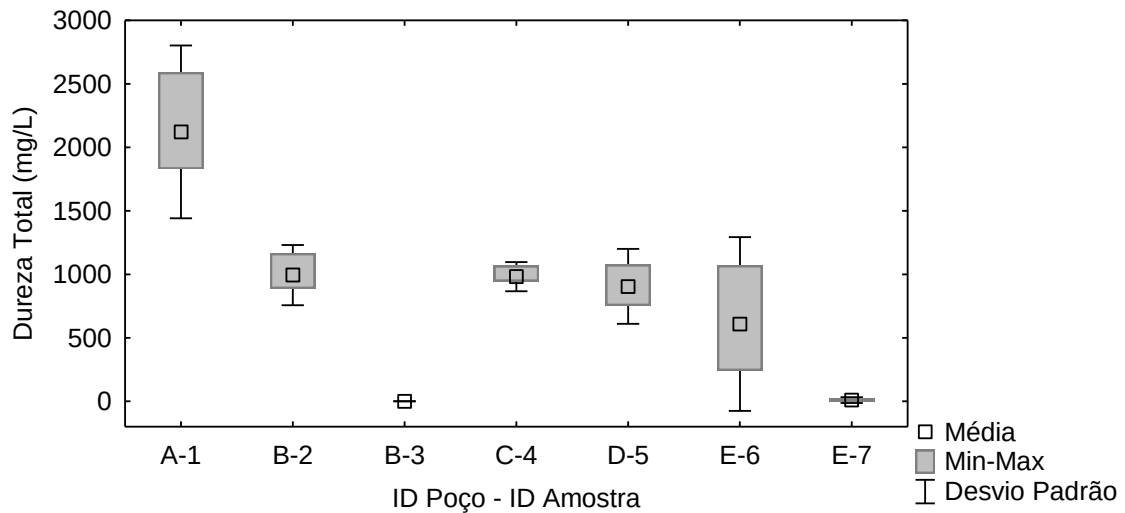
3.2.1 Dureza

A dureza da água está ligada à concentração total de íons alcalino-terrosos, quase na sua totalidade pelo cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) e é expressa em miligramas por litro de carbonato de cálcio (mg/L de CaCO_3). Outros elementos podem ocasionar a dureza da água, como o ferro, manganês, cobre, bário etc. A dureza possui características que firma a água dificuldades de fazer espuma, excesso de ressecamento da pele, tubulações entupidas, entre outros (ABDALLA, 2010).

As amostras coletadas não apresentaram dureza de cálcio, mas apresentaram valores de dureza total. A Figura 9 apresenta os valores de dureza total desse estudo, a portaria do Ministério da Saúde N° 888 (BRASIL, 2021) estabelece limites de padrão organoléptico de potabilidade de dureza de no máximo 300 mg/L de CaCO_3 . Nota-se que para as quatro coletas, os valores das amostras 1, 2, 4, 5 e 6 estiveram com média superior ao estabelecido pela portaria, logo a água é imprópria para abastecimento público. Já as amostras 3 e 7 estiveram abaixo do valor máximo estabelecido pela portaria, logo estão de acordo com os padrões aceitáveis.

É importante observar que houve uma queda expressiva na dureza total das amostras 3 e 7, ambas a jusantes dos dessalinizadores, isso implica na retenção dos íons alcalino-terrosos pelos filtros do equipamento.

Figura 9 – Dureza total dos pontos de coleta.



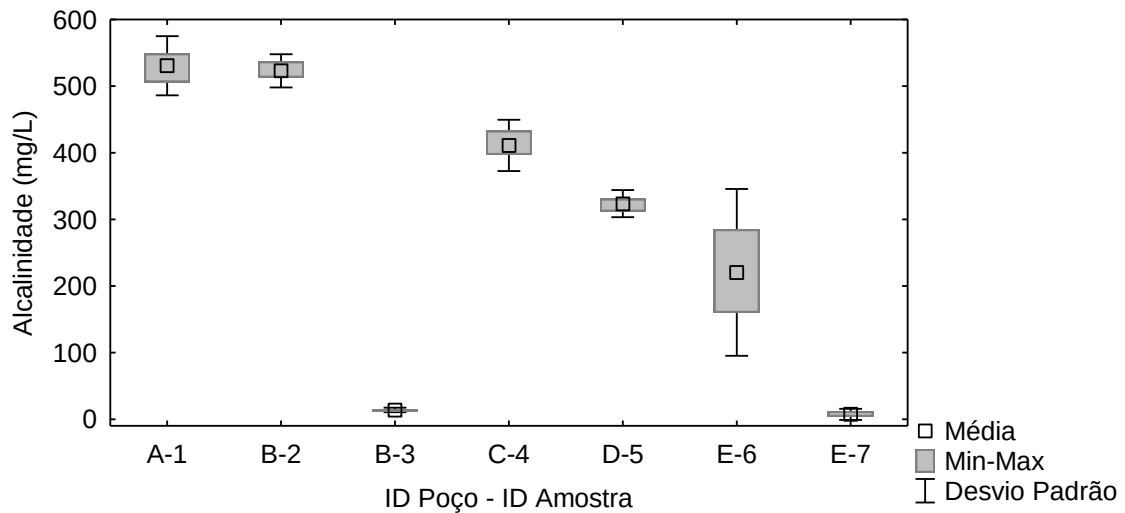
Fonte: Autor (2022)

3.2.2 Alcalinidade

A alcalinidade de uma amostra de água pode ser definida como sua capacidade de reagir quantitativamente com um ácido forte até um valor definido de pH, ou seja, capaz de neutralizá-lo (PIVELI, 2019).

A portaria do Ministério da Saúde N° 888 (BRASIL, 2021) não estabelece limites para a alcalinidade em águas para consumo humano, porém sua medida é fundamental durante o processo de tratamento da água. Em concentrações moderadas na água de consumo humano a alcalinidade implica nenhum risco à saúde, contudo em níveis muito elevados pode trazer sabor desagradável (VON, 1996).

A Figura 10 apresenta os valores de alcalinidade das amostras estudadas, as amostras 1 e 2 apresentam uma média próxima a 550 mg/L, já as amostras 4, 5 e 6 apresentam valores médios de aproximadamente 400 mg/L, 300 mg/L e 250 mg/L. É importante notar que tanto na amostra 3, quanto na 7, já que ambas passam pelo processo de dessalinização, as concentrações de alcalinidade se apresentaram menores que na amostra 2 e 6 antes da passagem pelo dessalinizador, isso mostra que este processo retira as substâncias da água capazes de neutralizar os ácidos quase em sua totalidade.

Figura 10 – Alcalinidade dos pontos de coleta.

Fonte: Autor (2022)

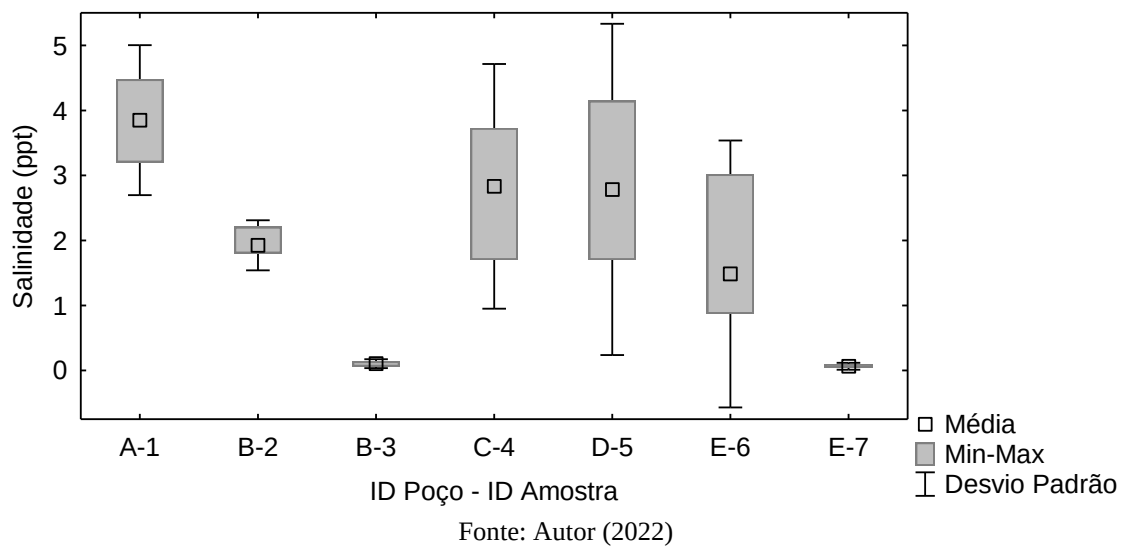
3.2.3 Salinidade

A salinidade é uma propriedade que mede a quantidade de sais dissolvidos nas águas. A unidade usual é o ppt (partes por trilhão). Na água do mar, a salinidade costuma ser de 35 ppt, enquanto na água doce é comum 0,5 ppt (UFRRJ, 2022).

A portaria do Ministério da Saúde N° 888 (BRASIL, 2021) não estabelece limites para a salinidade em águas para consumo humano. A Resolução CONAMA n° 357 (CONAMA, 2005) adota a seguinte classificação: água doce: apresenta salinidade igual ou inferior 500 mg/L (0,5 ppt); água salobra: apresenta salinidade entre 500 mg/L e 30.000 mg/L (30 ppt); água salina: apresenta salinidade igual ou acima de 30.000 mg/L. Entretanto, não define nenhum limite de salinidade para abastecimento público.

A Figura 11 apresenta os valores de salinidade das sete amostras coletadas, observando os valores da média a amostra 1 é que apresenta maior salinidade, por volta de 3,9 ppt, já as amostras 2, 4, 5 e 6 apresentam valores médios de 2; 2,5; 2,4 e 1,5, respectivamente, todas elas segundo a Resolução CONAMA (2005) classificadas como salobra.

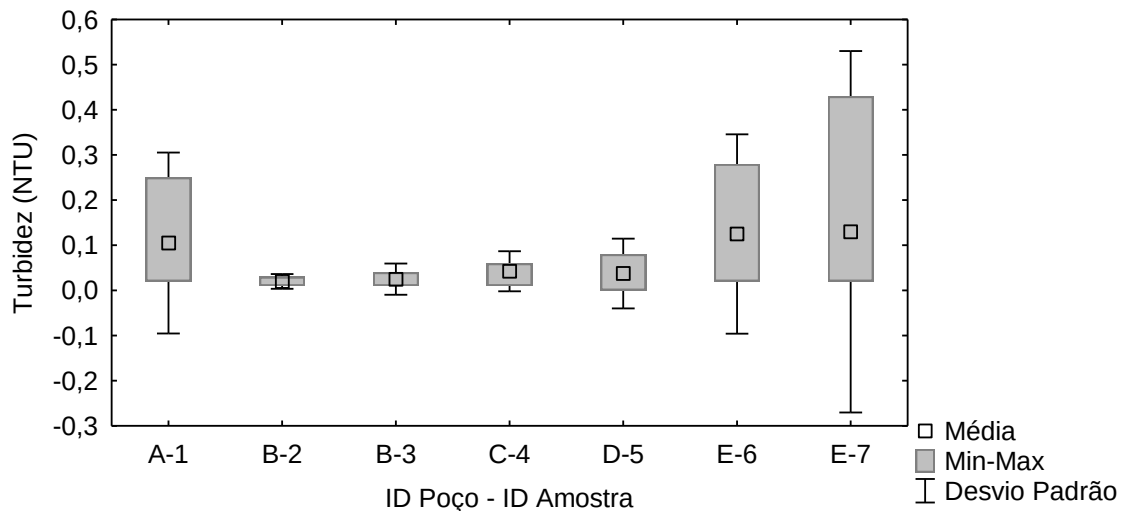
É importante que, diante desses resultados que o poder público reflita sobre a necessidade de instalação de dessalinizadores nos poços A, C e D, ambos com a finalidade principal de retirar o sal da água, para que ofereça melhor qualidade aos habitantes. Esse objetivo foi alcançado quando se observa a amostra 3 e 7, ambas a jusantes do dessalinizador, quando apresentam valores que tendem a 0 ppt quanto a salinidade. Segundo a resolução CONAMA as amostras 3 e 7 classificam-se como água doce.

Figura 11 – Salinidade dos pontos de coleta.

3.2.4 Turbidez

A turbidez é uma condição da água que exprime a excessiva quantidade de partículas em suspensão. Sua medição se caracteriza na resistência da água quando por ela passa um feixe de luz. É uma propriedade importante pois está diretamente relacionada à sua qualidade como água doce e potável, e serve como um importante parâmetro das condições adequadas para consumo da água (SILVA, 2022).

Quanto ao parâmetro turbidez a portaria do Ministério da Saúde N° 888 (BRASIL, 2021) prevê que os valores não podem ultrapassar 0,5 NTU (Unidade Nefelométrica de Turbidez) em 95% das amostras para águas subterrâneas com desinfecção. A Figura 12 apresenta os dados de turbidez das águas dos poços estudados, estes não passam por nenhum processo de desinfecção, mesmo assim quanto a esse critério todas as amostras estão de acordo com a portaria por apresentarem valores inferiores recomendados.

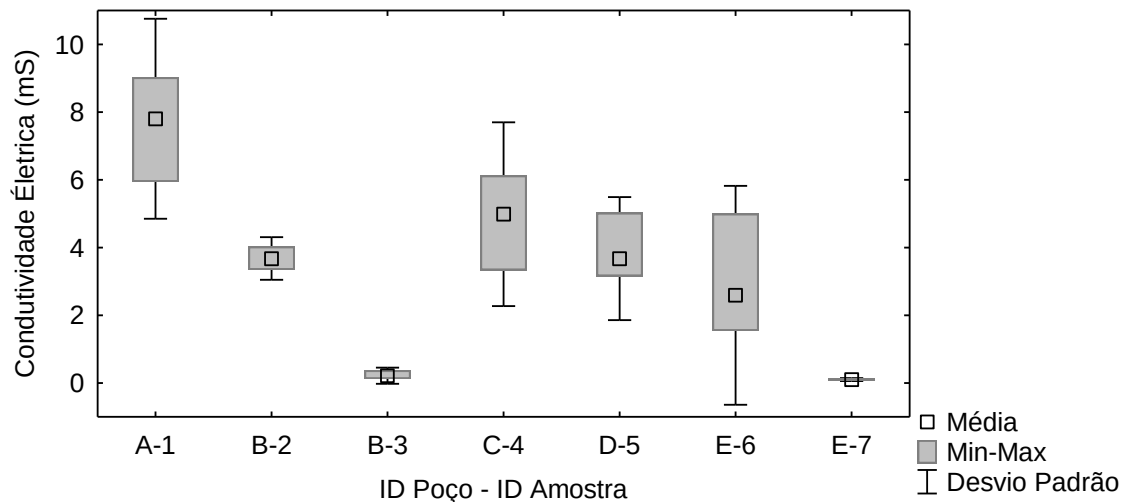
Figura 12 – Turbidez dos pontos de coleta.

Fonte: Autor (2022)

3.2.5 Condutividade Elétrica

A portaria do Ministério da Saúde N° 888 (BRASIL, 2021) não estabelece limites para a condutividade elétrica em águas para consumo humano. Pode-se classificar a água em baixa condutividade quando apresenta valores abaixo de 0,30 mS/cm, condutividade média entre 0,31 a 0,75 mS/cm, crítica entre 0,76 mS/cm e 2,25 mS/cm, alta entre 2,26 mS/cm e 4,5 mS/cm e muito alta quando é superior a 4,5 mS/cm (DA SILVA; ALMEIDA; FERNANDES, 2002).

Ao avaliar a Figura 13 que dispõe dos valores da condutividade elétrica para as sete amostras estudadas, é possível concluir que as amostras 1 e 4 classificam-se com condutividade muito alta, já as amostras 2, 5 e 6 classificam-se com condutividade alta. É justo destacar que tanto na amostra 3, quanto na 7 ambas que passam pelo processo de dessalinização os valores de condutividade elétrica estiveram inferiores aos encontrados nas amostras 2 e 6 antes de passarem pelo filtro, com isso é possível afirmar que o processo de dessalinização retira com eficácia os sais da água, responsáveis pela condutividade elétrica, isso torna essas duas amostras com condutividade baixa.

Figura 13 – Condutividade elétrica dos pontos de coleta.

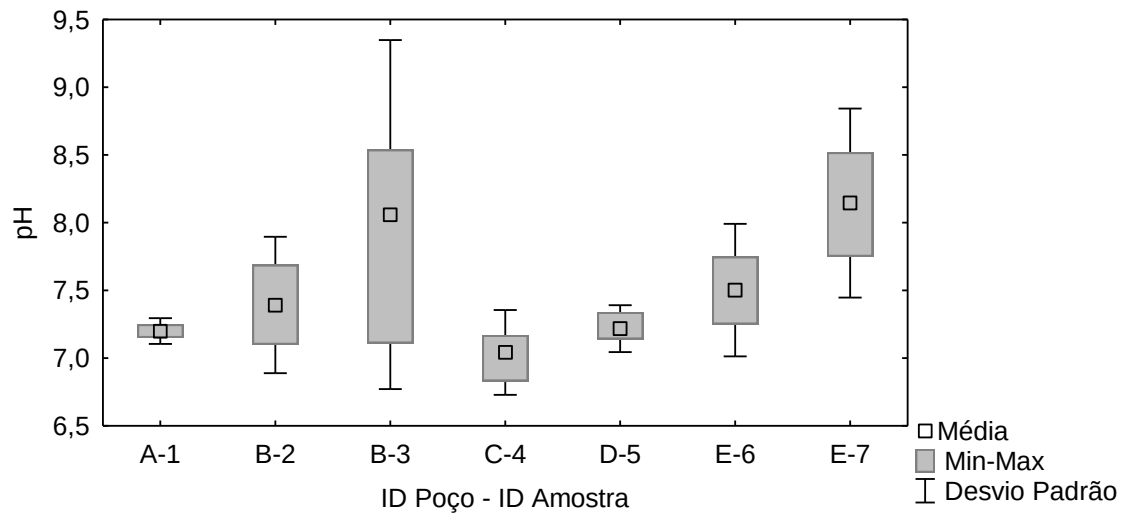
Fonte: Autor (2022)

3.2.6 pH

Segundo Almeida et al (2018) o potencial hidrogeniônico (pH) é um logaritmo que expressa a concentração de íons hidrogênio (H^+). Esse parâmetro físico-químico é analisado nas águas disponíveis para consumo e é fortemente influenciado pela presença de bicarbonatos.

Conhecer o pH da água auxilia no entendimento do funcionamento do nosso corpo e também para determinar a qualidade de alguns alimentos, por exemplo (RAMOS, 2019).

De acordo com os padrões de potabilidade da água da portaria do Ministério da Saúde N° 888 (BRASIL, 2021) é recomendado que o pH da água no sistema de distribuição esteja entre 6,0 e 9,0. Em todas as sete amostras analisadas das as quatro coletas, os valores do pH ficaram entre os índices recomendados pela legislação brasileira. A Figura 14 apresenta os valores obtidos de pH nesse estudo, é importante destacar os valores da média de pH das amostras estão entre o intervalo proposto.

Figura 14 – pH dos pontos de coleta.

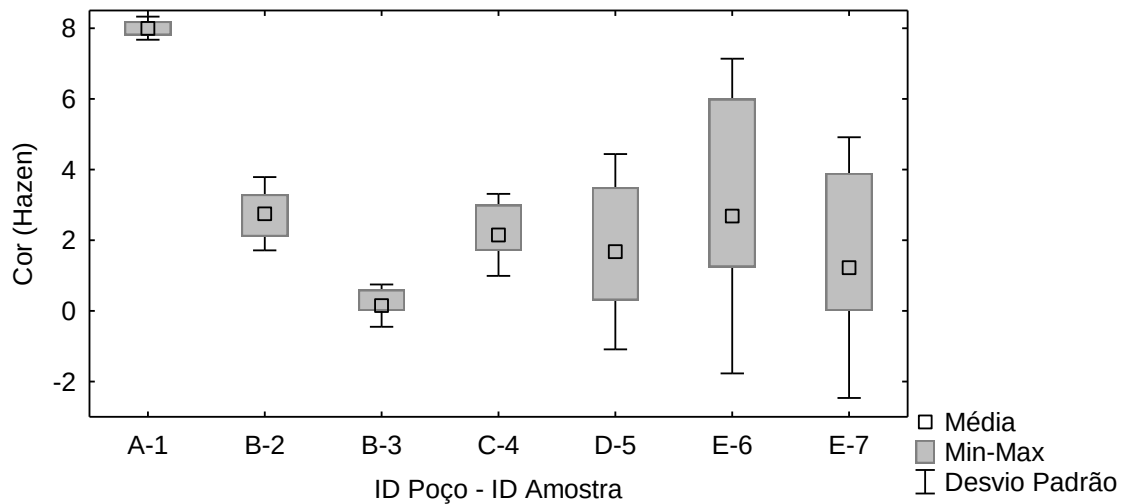
Fonte: Autor (2022)

3.2.7 Cor

A cor da água é ocasionada pela reflexão em partículas minúsculas, geralmente de origem orgânica ou mineral (LEVORLINO, 2021).

Segundo a portaria do Ministério da Saúde N° 888 (BRASIL, 2021) a cor aparente de água para consumo humano para o padrão organoléptico, quando há estímulo sensorial porém não causa danos à saúde, não deve ultrapassar 15 uH (unidade Hazen).

Analisando a Figura 15 os valores de todas as amostras desse estudo estão de acordo com a portaria. É importante notar que tanto na amostra 3 quanto na 7, ambas passam pelo processo de dessalinização, os valores de cor obtidos foram menores que nas amostras 2 e 6 antes de passarem pelo filtro, isso mostra que este processo também consegue reter partículas dissolvidas na água e, conseqüentemente, diminuir a coloração da mesma.

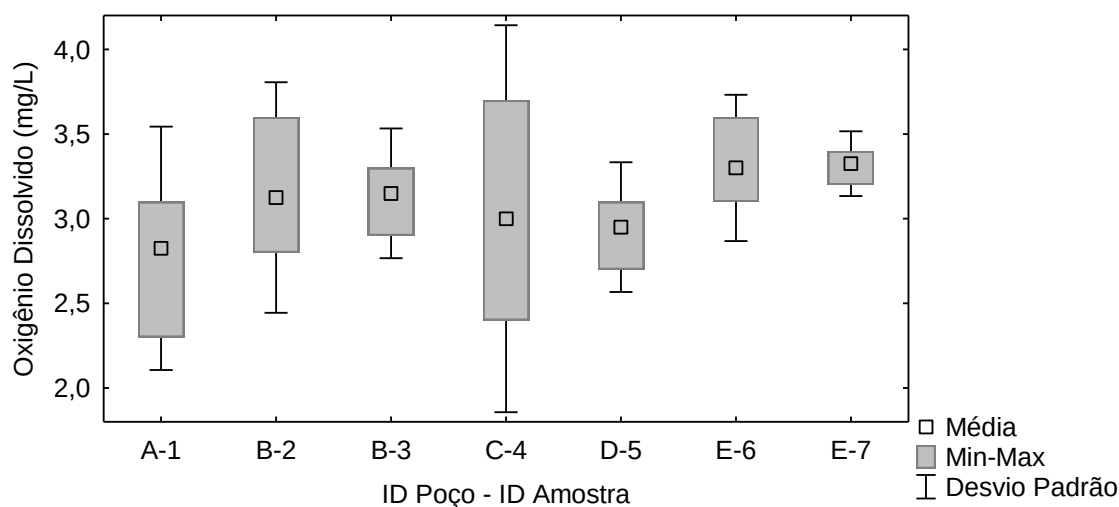
Figura 15 – Cor dos pontos de coleta.

Fonte: Autor (2022)

3.2.8 Oxigênio Dissolvido

Oxigênio Dissolvido é um fator limitante para manutenção da vida aquática e de processos de autodepuração em sistemas aquáticos (PIVELI, 2019).

A portaria do Ministério da Saúde N° 888 (BRASIL, 2021) não estabelece limites para de valores de oxigênio dissolvido. A Figura 16 apresenta o gráfico com os resultados das análises de oxigênio dissolvido, percebe-se que todas as amostras apresentam valores pequenos em mg/L quando o mínimo em rios e lagos para preservação da vida aquática é de 5 mg/L (CONAMA 357, 2005). O baixo nível de oxigênio dissolvido pode indicar consumo de oxigênio por decomposição da matéria orgânica ou respiração realizada por microrganismos presentes na água (JANZEN et al, 2008).

Figura 16 – Oxigênio dissolvido dos pontos de coleta.

Fonte:

Autor (2022)

4 CONCLUSÕES

Dentre todos os poços analisados, todos eles apresentaram problemas ou tiveram algum parâmetro analisado em desacordo com a legislação brasileira, com isso todas as amostras dos poços estudados não estão apropriadas para o abastecimento público sem tratamento por desinfecção e filtragem, quando necessário.

Todos os poços estão em desacordo com a legislação brasileira quando analisada a presença de coliformes totais e *Escherichia coli* nas amostras, destacando as amostras 4 e 6 dos poços C e E que apresentaram as maiores quantidades desses patógenos, o que preocupa quando não há desinfecção das águas, podendo acarretar graves problemas de saúde à população que se utiliza dessas águas. Neste caso, é imprescindível que haja cloração da água como forma econômica e adequada ao sistema para desinfetar a água antes da distribuição para a população.

As amostras 1, 2, 4, 5 e 6 foram as que apresentaram desacordo quanto a dureza total com as normas brasileiras, pois apresentaram índices maiores que o permitido, porém todas as sete amostras não apresentaram valores de dureza de cálcio. Quando se analisa turbidez, pH e cor, todas amostras de todos os poços estão de acordo com a legislação vigente com índices bastantes favoráveis.

Na análise de alcalinidade, salinidade, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido, a legislação brasileira não estabelece nenhum parâmetro de potabilidade. É possível notar que as amostras 1, 2, 4, 5 e 6 apresentam valores de alcalinidade consideráveis, quanto a salinidade as águas são classificadas como salobra por sua elevada concentração de sais, isso implica em uma

condutividade alta, pois estes fatores estão relacionados com a presença de sais na água. Quanto ao oxigênio dissolvido apresenta-se baixos níveis em todas as amostras dos poços, o que não afeta a qualidade da água para abastecimento público.

A presença dos dessalinizadores nos poços B e E causaram mudanças expressivas nas análises realizadas, quando se compara as amostras montante e jusante ao equipamento é expressiva a mudança. Os dessalinizadores provocaram a diminuição de coliformes totais e *Escherichia coli* da água, como também a diminuição da dureza total, alcalinidade, salinidade e condutividade elétrica tendendo a zero. Quando se observa a cor, há apenas uma sutil queda.

REFERÊNCIAS

ABDALLA, K; CAVALCANTE, P; COSTA, J; BARBIERI, R; MESQUITA, M. **Avaliação da dureza e das concentrações de cálcio e magnésio em águas subterrâneas da zona urbana e rural do município de Rosário-MA**. São Luís: 2010. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22915/15056>>. Acesso em: 22/08/2022.

BAIRD, R; EATON, A; RICE, E. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington, DC: American public health association, 2012.

BRASIL. **CONAMA**. (2005). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Brasília, 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 02/10/2022.

BRASIL. 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. Acesso em: 28/08/2022

BRASIL. **Ministério da Saúde**. (2021). Portaria GM/MS Nº 888, de 04 de maio de 2021. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 28/08/2022.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Projeto de 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. Acesso em: 13/10/2022.

BUZANELLO, E; MARTINHAGO, M; ALMEIDA, MILENE; PINTO, F. **Determinação de Coliformes Totais e Termotolerantes na Água do Lago Municipal de Cascavel, Paraná**. Porto Alegre: 2008. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20170603155626id/http://www.ufrgs.br:80/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/viewFile/1087/811>. Acesso em: 28/09/2022.

G1. **Cerca de 70% da área de PE está sob seca extrema, aponta relatório**, 2016. Disponível em: <https://g1.globo.com/pernambuco/noticia/2016/05/cerca-de-70-da-area-de-pe-esta-sob-seca-extrema-aponta-relatorio.html>. Acesso em: 23/02/2022.

SILVA, A. **Turbidez da água**. Infoescola, 2022. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/quimica/turbidez-da-agua/>>. Acesso em: 08/09/2022.

SILVA, F; ALMEIDA, M; FERNANDES, A. **Hidroquímica de águas subterrâneas do cristalino no trópico semi-árido nordestino, Brasil**. Braga, 2002.

DE BRITTO, A; DE MELO, J; SILVA, F. **Aspectos da salinização das águas do aquífero cristalino no estado do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil**. 2006. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/9714/6705>>. Acesso em: 12/09/2022.

LOURDES, T; REMPEL, C; MACIEL, M. **Análise físico-química e microbiológica de água de poços artesianos em um município do Vale do Taquari-RS**. Universidade do Vale do Taquari, Lajeado: 2018. Disponível em: <<https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/10447>>. Acesso em: 28/09/2022.

GARCES, S. **Classificação e tipos de pesquisas**. Universidade de Cruz Alta–Unicruz, 2010.

GASPARINI, N. **Conheça as doenças causadas por água contaminada**. Mega Imagem, 2020. Disponível em: <https://www.megaimagem.com.br/blog/conheca-as-doencas-causadas-por-agua-contaminada/>. Acesso em: 23/02/2022.

GIL, A. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GRIESINGER, D. **Maior reservatório de água do agreste pernambucano entra em colapso**. Agência Brasil, 2016. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2016-09/maior-reservatorio-de-agua-do-agreste-pernambucano-entra-em-colapso>. Acesso em: 23/02/2022.

HIRATA, R; SUHOGUSOFF, A; MARCELLINI, S; VILLAR, PILAR; MARCELLINI, L. **A revolução silenciosa das águas subterrâneas no Brasil: uma análise da importância do recurso e os riscos pela falta de saneamento**. 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/passira/panorama>. Acesso em: 23/02/2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2021**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/passira/panorama>. Acesso em: 23/02/2022.

JANZEN, J. Schultz, H; LAMON, A. **Medidas da concentração de oxigênio dissolvido na superfície da água**. Rio de Janeiro: 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v13n3/a06v13n3.pdf>>. Acesso em: 08/09/2022.

LUNA, R.; CAMPOS, J; STUDART, T. **Tipologia de acesso à água no semi-árido do Nordeste do Brasil**: estudo de caso da Bacia do Rio Curu. Fortaleza. 2005. Disponível em: < https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/9596/1/2005_eve_jnbcampos.pdf>. Acesso em: 12/09/2022.

LERVOLINO, L. **Cor em águas naturais**. Portal tratamento da água, 2021. Disponível em:<

MENDONÇA, C. **A importância da água**. Educa mais Brasil, 2019. Disponível em: <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/biologia/a-importancia-da-agua>. Acesso em: 23/02/2022.

MOLION, L; BERNADO, S. **Uma revisão das chuvas no Nordeste brasileiro**. Revista Brasileira de Meteorologia. 2002.

MORESI, E. **Metodologia de pesquisa**. Universidade Católica de Brasília - UCB, Brasília: 2003.

NOGUEIRA, C; RIBAS, D. **Potencial hidrogeniônico da água e sua influência no organismo humano**: um artigo de revisão. Rio de Janeiro: International Journal of Nutrology, 2018. Disponível em: < <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/pdf/10.1055/s-0038-1670718.pdf>>. Acesso em: 28/09/2022.

PIVELI, R. **Curso: qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos**. Disponível em: http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/disciplinas/Fernando/leb360/Fasciculo%2010%20-%20Oxigenio%20Dissolvido%20e%20Materia_Organica.pdf. Acesso em: 08/09/2022.

Portal tratamento da água. **Qualidade da água**, 2015. Disponível em:< <https://tratamentodeagua.com.br/artigo/qualidade-da-agua/>>. Acesso em: 08/09/2022.

RAMOS, J; SOARES, B; ABILIO, T; CARRILHO, E. **Importância do pH da água para consumo humano: estudo de caso de um material alcalinizador**. Campus Araras, 2019.

UFRJ. **Salinidade**. Disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/sal.htm>. Acesso em: 08/09/2022.

Secretaria de Agricultura. **Dados do município de Passira**. Passira: 2022.

SILVA, A. **Metodologia da pesquisa aplicada**. São Paulo: Atlas, 2003.

SILVA, F; ARAÚJO, A; SOUZA, R. **Águas subterrâneas no Ceará–poços instalados e salinidade**. Fortaleza: 2007.
Disponível em: < https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/56551/1/2007_art_fjasilva.pdf>. Acesso em: 08/09/2022.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 1986.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Editora UFMG, 1996.

ZERWES, C; SECCHI, M; CALDERAN, T; BORTOLI, J; TONETTO, J; TOLDI, M; OLIVEIRA, E; SANTANA, E. **Análise da qualidade da água de poços artesianos do município de Imigrante, Vale do Taquari/RS.** Porto Alegre: 2015. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/4675/467546194051.pdf>>. Acesso em: 28/09/2022.

PAULO AUGUSTO BARBOSA

**ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS ARTESIANOS NA ZONA
RURAL DO 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 04 de novembro de 2022.

BANCA EXAMINADORA

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

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

Profa. Raquel Ferreira do Nascimento (Avaliadora)
Universidade Federal de Pernambuco