



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE
UNIDADE ACADEMICA DE BIOLOGIA E QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

BRÍGIDA EMANUELLI SILVA SPINELLI

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUAS DE POÇOS ARTESIANOS
APÓS PERCOLAÇÃO POR FILTRO DE BARRO.

Cuité -PB
2023

BRÍGIDA EMANUELLI SILVA SPINELLI

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUAS DE POÇOS ARTESIANOS APÓS
PERCOLAÇÃO POR FILTRO DE BARRO**

Trabalho de Conclusão de e Curso
apresentado ao Curso de Licenciatura em
Química do Centro de Educação e Saúde
da Universidade Federal de Campina
Grande, para obtenção do grau de
Licenciada em Química.

ORIENTADORA: Profa. Dra. Denise Domingos da Silva

Cuité –PB

2023

S757a Spinelli, Brígida Emanuelli Silva.

Avaliação da qualidade de águas de poços artesianos após percolação por filtro de barro. / Brígida Emanuelli Silva Spinelli.
- Cuité, 2023.
56 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química)
- Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, 2023.

"Orientação: Profa. Dra. Denise Domingos da Silva".

Referências.

1. Água. 2. Poços artesianos 3. Poços artesianos - água - qualidade. 4. Águas de poços artesianos - qualidade. 5. Filtro de barro. 6. Cuité - poços artesianos - zona urbana. 7. Cuité - escassez de água. I. Silva, Denise Domingos da. II. Título.

CDU 556(043)

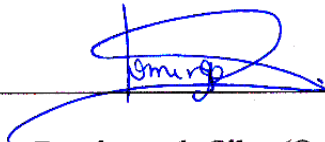
BRÍGIDA EMANUELLI SILVA SPINELLI

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUAS DE POÇOS ARTESIANOS APÓS
PERCOLAÇÃO POR FILTRO DE BARRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de
Licenciatura em Química da Universidade Federal de Campina Grande,
para obtenção do grau de Licenciada em Química.

Aprovada em 07 de novembro de 2023

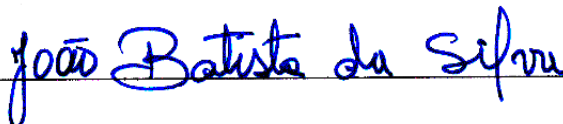
BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dra. Denise Domingos da Silva (Orientadora) UFCG/CES/UABQ



Prof. Dr. Gustavo Fabian Velardez (Avaliador) UFCG/CES/UABQ



Prof. Dr. João Batista da Silva (Avaliador) UFCG/CES/UAFM

À Deus por toda força, coragem e persistência, aos meus pais amados Maria Verônica da Silva e Clóvis Fernandes Spinelli, onde estiverem estarão orgulhosos de mim.
Obrigada por tudo

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus ter vestindo-me todos os dias de força, coragem, fé e esperança de dias melhores, sem deixar desistir, estando presente na minha vida sempre.

A minha mãe Maria Verônica, agradeço por tudo, pelo amor, pela proteção, pela renúncia, pela amizade, pelos ensinamentos, pela mulher grandiosa que sempre lutou e me mostrou que sempre temos que lutar pelo que acreditamos. A meu pai Clovis, obrigada por tudo, principalmente por ter me dado a vida.

A meus irmãos, pelo carinho, incentivo, pelo cuidado, por não deixar desistir. Aos familiares e amigos, que mesmo de longo torciam, rezavam para que um dia conseguisse.

A minha professora orientadora Denise Domingos da Silva, por toda ajuda, paciência, compreensão, pela oportunidade de aprender na prática, pelos ensinamentos no decorrer da minha vida acadêmica. Obrigada por ter acreditado, incentivado à pesquisa do meu trabalho, pela confiança e acolhimento no laboratório. Serei eternamente grata por tudo.

Aos avaliadores e professores Gustavo Fabian Velardez e João Batista da Silva, por todas as suas contribuições, ensinamentos neste trabalho e no decorrer da vida acadêmica, meus agradecimentos sinceros.

Ao Laboratório de Biocombustíveis e Química Ambiental e Química Analítica da UFCG/CES por toda ajuda e suporte para as realizações das análises.

Aos colegas sem exceção que de certa forma me ajudaram no decorrer da minha trajetória acadêmica.

A todos os professores que contribuíram com seus ensinamentos, fazendo parte da minha vida acadêmica, que sempre estarão na minha história.

A TODOS que fazem parte da família UFCG/CES, minha gratidão.

“Tome regularmente um chazinho de cidadania, previna-se contra o apagão social”

Maria Verônica da Silva

RESUMO

A água há milhares de anos, é reconhecida como uma substância presente e essencial na Natureza que é constituinte fundamental para a sobrevivência dos ecossistemas e da vida de todos os dos seres existentes em nosso planeta. O Brasil possui grande disponibilidade hídrica, porém algumas regiões enfrentam problemas graves de escassez de água, sobretudo na região Nordeste. Desta forma pequenos municípios sofrem com prologadas estiagens, e muitas vezes utilizam-se fontes de água provenientes de poços artesianos, cisternas, chafarizes, sem nenhum tratamento prévio de descontaminação desta água, utilizando-se de procedimentos alternativos em sistemas de filtro de barro. O presente trabalho tem por objetivo fazer um estudo analítico das propriedades tais como pH, condutividade elétrica, turbidez, cloretos, alcalinidade e dureza total, de alguns poços artesianos localizados na zona urbana, no município de Cuité-PB, utilizadas pela população após percolação em filtros tradicionais de barro, contendo velas com carvão ativado, observando as características da referente matriz, seguindo o padrão da Portaria do Ministério da Saúde (Portaria de Consolidação nº 5/2017 e a Portaria de Consolidação nº888/2021), contribuindo com resultados importantes sobre a qualidade da água.

Palavras-chave: águas, filtro de barro, adsorção

ABSTRACT

Water has been recognized for thousands of years as a present and essential substance in Nature that is a fundamental constituent for the survival of ecosystems and the lives of all beings on our planet. Brazil has great water availability, but some regions face serious water scarcity problems, especially in the Northeast region. In this way, small municipalities suffer from prolonged droughts, and water sources are often used from artesian wells, cisterns, fountains, without any prior decontamination treatment of this water, using alternative procedures in clay filter systems. The present work aims to carry out an analytical study of the properties such as pH, electrical conductivity, turbidity, chlorides, alkalinity and total hardness, of some artesian wells located in the urban zone, in the municipality of Cuité-PB, used by the population after percolation in filters traditional clay candles, containing candles with activated charcoal, observing the characteristics of the reference matrix, following the standard of the Ministry of Health Ordinance (Consolidation Ordinance n° 5/2017 and Consolidation Ordinance n° 888/2021), contributing with important results on water quality.

Keywords: water, clay filter, adsorption.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS GERAL	16
2.1 Objetivos específicos	16
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
3.1 Água	17
3.2 Água Subterrâneas	18
3.3 Poço Artesiano	19
3.4 Adsorção	20
3.5 Filtros	21
3.5.1 Filtros de Barro ou Filtro de Cerâmica	21
3.5.2 Vela (Tripla Ação).....	23
3.5.3 Aspecto Físico-química da Água.....	24
4. METODOLOGIA	25
4.1 Área de estudo	25
4.2 Coleta das amostras	25
4.3 Determinação de Propriedades Físico-Químicas da Água Coletada	27
4.3.1 pH	28
4.3.2 Turbidez	28
4.3.3 Condutividade Elétrica	29
4.3.4 Alcalinidade	30
4.3.5 Dureza Total	30
4.3.6 Cloretos	31
4.4 Percolação por filtro de barro	32
4.5 Aplicação de Métodos estatísticos para avaliação dos dados obtidos	33
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
5.1 Análise físico-químicas das amostras de Cuité – PB antes da percolação com o filtro de barro	34

5.1.1 pH	35
5.1.2 Condutividade Elétrica	36
5.1.3 Turbidez	38
5.1.4 Dureza Total	39
5.1.5 Alcalinidade	40
5.1.6 Teor de cloreto	41
5.2 Análise físico-químicas das amostras após percolação por filtro de barro	43
5.2.1 Dureza Total	44
5.2.2 Cloretos	45
5.2.3 Turbidez	46
5.2.4 Alcalinidade	47
5.2.5 Condutividade Elétrica	48
5.2.6 pH	49
6. CONCLUSÃO	50
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	51

Lista de Ilustrações

Figura 1	Filtro de barro em processo de percolação.	23
Figura 2	Composição da vela tripla ação.	24
Figura 3	Peagâmetro pH 21 – Hanna	28
Figura 4	Turbidímetro modelo DLT-WV	29
Figura 5	Condutivímetro AT-255	29
Figura 6	Titulação de Alcalinidade	30
Figura 7	Titulação de Dureza Total	31
Figura 8	Titulação de teor de Cloretos	32
Figura 9	Processo de percolação do filtro de barro	33

Listas de Tabelas

Tabela 1	Localização, profundidade dos poços artesianos analisados	26
Tabela 2	Valores médios de pH dos poços antes do processo de adsorção.	35
Tabela 3	Valores médios da condutividade elétrica dos poços	37
Tabela 4	Valores médios da Turbidez dos poços analisados	38
Tabela 5	Valores médios da dureza total dos poços	39
Tabela 6	Valores médios da alcalinidade dos poços	40
Tabela 7	Valores médios do teor de cloretos dos poços	42

Lista de Gráficos

Gráfico 1	Valores médios das análises de dureza total apos da percolação	44
Gráfico 2	Valores médios das análises do teor de cloreto apos da percolação	45
Gráfico 3	Valores médios das análises da turbidez apos da percolação	46
Gráfico 4	Valores médios das análises da alcalinidade apos da percolação	47
Gráfico 5	Valores médios das análises da condutividade apos da percolação	48
Gráfico 6	Valores médios das análises do pH apos da percolação	49

Lista de Quadros

Quadro 1	Valores médios das análises de dureza total apos da percolação	26
-----------------	--	----

1. INTRODUÇÃO

A água é reconhecida pela Organização das Nações Unidas (ONU), desde 2010 como um direito humano, independente da cultura, condição social e econômica, gênero ou etnia do indivíduo (FUSATI, 2023).

Segundo Hipócrates (460-354 A.C.), a água constitui um elemento essencial à vida e seu papel no desenvolvimento da civilização é reconhecido desde a antiguidade. Já se tinha afirmações sobre a grande influência da água sobre a saúde humana. (FUNASA, 2016). A água é um recurso natural, limitado e necessário, importante para o desenvolvimento econômico e social do planeta. Os desafios gerados pelo abastecimento público de água, destaca-se a deterioração da qualidade dos mananciais e os termos de quantidade e qualidade em função da escassez desse recurso. (GOMES, FRANCO e VIANA, 2017).

O Brasil é considerado um dos dois países com maiores reservas de água doce, mas ainda existem grupos de pessoas extremamente desfavorecidas que não gozam do direito de uso da água, garantido pela Constituição Brasileira de 1988. A falta de políticas públicas, de incentivos para novas pesquisas e tecnologias, afetam tanto as áreas não favorecidas, quanto os grandes centros urbanos, onde o direito de ter água potável de qualidade é violado não viabilizando qualidade de vida, afetando principalmente a saúde, a dignidade daqueles que não possuem acesso a água de qualidade. Segundo o Ministério do Meio Ambiente, do total de água doce consumível, 96% provém de águas subterrâneas, muitas vezes extraídas através de furos, constituindo assim uma forma alternativa de abastecimento de um segmento da população que a ela não tem acesso rede de distribuição (FERREIRA et al., 2007).

De acordo com BRK Ambiental:

Em áreas rurais, que englobam 50% da população de 42,3% dos municípios do Nordeste, a preocupação é com abastecimentos advindos de fontes alternativas. Muitas vezes, fontes alternativas de água, como poços artesianos, não garantem a qualidade da água e não recebem o tratamento adequado, o que pode ocasionar uma série de complicações, especialmente para a saúde.

Diante disso, a qualidade da água está ligada diretamente com a saúde humana, tendo a necessidade que qualquer água que seja utilizada para consumo esteja apropriada aos parâmetros estabelecidos de acordo com órgãos responsáveis, assegurando a saúde daqueles que a consomem, com finalidade básica de torná-la segura, é necessário que seja feito o seu tratamento, que possa remover as impurezas nocivas e prejudiciais à vida humana.

O Ministério da Saúde, por meio da portaria MS 2.914/2011 determina que:

As soluções alternativas de abastecimento de água devem se cadastrar junto às autoridades sanitárias, realizar periodicamente análises de controle de qualidade de água e encaminhar os relatórios das mesmas à autoridade de saúde pública local. Estas ações contribuem diretamente para a promoção da saúde e bem-estar dos consumidores desta água.

O município de Cuité, localizado no Curimataú Paraibano, nordeste do Brasil, não foge dessa realidade. Nos últimos anos devido as grandes secas prolongadas, ocasionou a inviabilidade do açude Boqueirão do Cais, principal fonte de abastecimento da cidade. Com isso a perfuração de poços artesianos foi uma alternativa, tanto na área urbana quanto na área rural, para o abastecimento de suas residências, lavouras e atividades básicas do cotidiano.

De acordo com FERNANDES, MISAEL, CHAVES, SANTOS, CAVALCANTE, VASCONCELOS (2015), o filtro de barro é um dispositivo operado por gravidade no qual a água a ser filtrada passa pela vela e goteja do recipiente superior para o recipiente inferior, onde é armazenada para consumo. Além disso é um produto com características finais de uma água fresca, natural e barata.

Desta maneira, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma avaliação do uso e eficácia do filtro de barro para melhorar a qualidade físico-química de águas de poços artesianos, localizada na zona urbana da cidade de Cuité – PB.

2 OBJETIVOS GERAIS

Avaliar a qualidade de águas de poços artesianos do Município de Cuité-PB e propor um estudo para estas águas, utilizando filtro de barro, aplicando a filtração com posterior análise da qualidade da matriz.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Coletar amostras de águas da zona urbana do Município de Cuité-PB;
- Caracterizar as propriedades físico-químicas das amostras de águas dos poços artesianos;
- Realizar determinação de pH, turbidez e condutividade elétrica;
- Determinar o teor de cloretos, alcalinidade, dureza total;
- Utilizar adsorvente sintético carvão ativado, contido no Filtro de barro ou cerâmica, para tratamento das amostras;
- Comparar as propriedades físico-químicas iniciais da matriz com as propriedades finais obtidas após percolação por filtros de barro.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. ÁGUA

A água sendo essencial para a vida, desempenha várias funções no nosso corpo, como transporte de nutrientes, regulação da temperatura corporal, lubrificação das articulações e órgãos, entre outros. Além disso, a água é fundamental para o funcionamento de diversos ecossistemas, sendo essencial para a sobrevivência das plantas e dos animais. Afora do aspecto biológico, a água também possui importância econômica e social. Ela é essencial para a agricultura, sendo utilizada na irrigação das plantações, e para a geração de energia hidrelétrica (MENDONÇA, 2020).

De acordo com Correa, especialista em conservação do WWF-Brasil (2023):

A distribuição de água no Brasil é bastante desigual em termos geográficos e sociais, embora o país detenha 12% de toda a água doce do planeta. Na Amazônia está a maior parte da água doce do país e, ao mesmo tempo, os menores percentuais de acesso a serviços de água potável e esgoto. O crescente desmatamento coloca em risco o regime de chuvas que abastece lençóis freáticos no centro sul do país. No Cerrado, onde nascem oito das doze principais bacias hidrográficas do país, metade das áreas naturais já foram convertidas em lavoura ou pasto. Em todo o Brasil, vemos a superfície de água dos rios diminuindo. Ou seja, já temos evidências suficientes de que o país está a caminho da insegurança hídrica.

Segundo CETESP (2015), escassez de água é um problema mundial, afetando milhões de pessoas. A falta de acesso à água potável interfere diretamente na qualidade de vida das pessoas, causando problemas de saúde e dificuldades no dia a dia. Além disso, a escassez de água também pode levar à diminuição da produção agrícola e ao aumento dos preços dos alimentos.

Diante desse cenário, é fundamental que haja uma gestão adequada dos recursos hídricos, visando a sua preservação e utilização de forma sustentável. Medidas como a reutilização da água, o combate ao desperdício e a implementação de políticas de conservação dos recursos hídricos são fundamentais para garantir o acesso à água para as presentes e futuras gerações.

3.2. ÁGUA SUBTERRÂNEA

A água subterrânea é uma fonte de água abaixo da superfície da terra que preenche completamente os poros das rochas ou sedimentos, formando um aquífero. Isto é especialmente importante para a segurança hídrica porque 97% da água doce e líquida da Terra está contida em aquíferos. As águas subterrâneas sustentam uma variedade de sistemas hídricos, incluindo rios, lagos, manguezais e pântanos, e são importantes para a manutenção de florestas em climas tropicais ou áridos. Os aquíferos costeiros são inutilizáveis, uma vez que a drenagem das águas subterrâneas impede a entrada das águas oceânicas no continente. Sem ela, o nosso planeta ficaria mais seco e teria menos biodiversidade (FUNDAJ, 2020).

Segundo o Guia Prático de Inspeção Sanitária em formas de abastecimento de água para consumo humano (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021):

Águas subterrâneas são, em geral, mais bem protegidas. Porém, podem estar sujeitas a fontes de poluição/contaminação naturais decorrentes das características do solo, tais como ferro, manganês, arsênico, fluoreto, entre outros mais. Por isso, fatores como localização e profundidade dos poços precisam ser observados. Além disso, as estruturas de proteção são essenciais para prevenir a infiltração de águas contaminadas da superfície (fontes pontuais e difusas de poluição antrópicas).

Para explorar águas subterrâneas, podem ser perfurados poços artesanais para obtenção de água. Contudo, é importante realizar estudos preliminares para compreender a disponibilidade e a qualidade da água antes de iniciar qualquer diligência de perfuração. Levando em consideração que as leis locais podem estabelecer regras e regulamentos para a perfuração e utilização de poços.

3.3. POÇO ARTESIANO

O poço tubular profundo cuja pressão da água é suficiente para a sua subida à superfície, necessitando apenas de instalação de equipamentos para controlar a saída da água. Perfurantes (2020) menciona que um poço artesiano com mais de 60 metros capta água de um aquífero ou de fendas em formações rochosas cristalinas profundas. Este tipo de poço pode ter até 2.000 metros de profundidade, mas normalmente possui entre 100 a 600 metros. Geralmente, as águas dessa camada mais profunda necessitam de tubulação, no geral, têm uma pureza microbiológica maior e com mais sais minerais, sendo utilizada para consumo humano, para uso residencial, as águas são captadas através de canos.

A perfuração de poços artesanais é uma atividade especializada da engenharia, sendo necessário a regulamentação de acordo com as leis. Em seguida deve ser realizado um levantamento detalhado da área a ser perfurada. Portanto, é necessária a existência de projetos de construção concedido pelas autoridades estaduais responsáveis, incluindo licenças ambientais, o trabalho também exige o envolvimento de profissionais treinados e qualificados. Aos serviços deveram ser executados por geólogos, engenheiros de minas ou engenheiro civis especializados em áreas reconhecidas pelo CREA (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia) e com pessoal altamente qualificado tecnicamente (CAPUCCI et al., 2001).

De acordo com Serviço Geológico do Brasil, considerada uma estrutura de engenharia projetada e construída para exploração de águas subterrâneas, a perfuração pode atingir as mais diversas profundidades, de 60 a mais de 1.000 metros, podendo o poço ser total ou parcialmente revestido, dependendo das condições geológicas. Essa tecnologia está dominada pelas empresas privadas que atuam, atualmente, no mercado (REBOUÇAS, 1998).

Além disso, é importante realizar manutenção regular do poço, monitorar a qualidade da água e realizar testes periódicos para garantir a potabilidade. É relevante ressaltar que as instalações de poços artesanais devem ser realizadas de acordo com as normas e regulamentações locais para garantir a sustentabilidade do aquífero e evitar problemas como baixa disponibilidade de água ou poluição das águas subterrâneas.

3.4. ADSORÇÃO

A adsorção é uma operação de transferência de massa. Estuda a capacidade de certos sólidos se misturarem com as superfícies de certas substâncias encontradas em líquidos ou gases. Isto permite que estes componentes líquidos sejam separados. Como os componentes adsorvidos estão concentrados na superfície externa, quanto maior for a superfície externa por unidade de massa do sólido, melhor será a capacidade de adsorção. Como resultado, os adsorventes são geralmente sólidos compostos por partículas porosas (RUTHVEN, 1984). As espécies que se acumulam na interface do material são frequentemente chamadas de adsorventes ou adsorventes e superfícies sólidas nas quais se acumulam adsorventes, adsorventes ou adsorventes (RUTHVEN, 1984).

Basicamente existem dois tipos de adsorção: a adsorção física ou fisissorção e a adsorção química ou quimissorção. Porém, em certas ocasiões os dois tipos podem ocorrer simultaneamente. (CHEREMISINOFF e ELLERBUSCH, 1978).

A adsorção física ocorre por uma diferença de energia e/ou forças de atração, chamada força de Van der Waals, que tornam as moléculas fisicamente presas ao carvão. Estas interações têm um longo alcance, porém são fracas. A energia produzida quando uma partícula é fisicamente adsorvida é da mesma ordem da entalpia de condensação. Este tipo de adsorção é sempre exotérmico e reversível. O equilíbrio é estabelecido rapidamente, a menos que ocorra a difusão através da estrutura porosa. A adsorção física corresponde à interação eletrostáticas completa entre a partícula e os átomos da superfície do sólido. Resulta da atração entre dipolos permanentes ou induzidos sem alteração dos orbitais atômicos ou moleculares das espécies envolvidas. Também é conhecido como adsorção de Van der Waals. (DROGUETT, 1983).

Segundo Nascimento et. al (2014), a quimissorção, que envolve a troca ou compartilhamento de elétrons entre as moléculas de adsorbato e a superfície adsorvente, resultando em uma reação química. Isto resulta essencialmente numa nova ligação química e é, portanto, muito mais forte do que na fisissorção. A adsorção química é muito específica e nem todas as superfícies sólidas possuem sítios ativos que podem adsorver quimicamente o adsorbato. Observe que nem todas as moléculas presentes no líquido serão adsorvidas quimicamente, apenas aquelas moléculas que podem se ligar ao sítio ativo.

3.5. FILTROS

3.5.1 - FILTRO DE BARRO OU FILTRO DE CERÂMICA

Bellingieri (2004), define o filtro de barro com:

O filtro de água como um conjunto de dois recipientes de cerâmica, equipado com uma ou mais velas filtrantes e dotado de uma torneira no recipiente inferior. A vela é uma peça oca e cilíndrica, feita de material poroso, cuja função é reter partículas e bactérias presentes na água. Embora o elemento responsável por filtrar a água seja, obviamente, apenas a vela, é comum designar o filtro como todo o conjunto (recipientes cerâmicos + velas + torneira + tampa). Assim, chama-se de vela o elemento filtrante, e de filtro de água, os recipientes de cerâmica equipados com velas.

As velas são peças ocas e cilíndricas, feitas de material poroso, que retém partículas e bactérias presentes na água. No início, as velas eram discos de cerâmica colados com alcatrão e cera. Embora as peças responsáveis pela filtração da água sejam as velas é comum chamar esse conjunto de filtro. Nas velas podem haver ou não, uma porção de carvão na parte interna e uma camada de prata coloidal, um produto bactericida usado para purificar ainda mais a água. E o carvão ativado que tira o cloro (BELLINGIERI, 2017).

Segundo a reportagem do Globo Reporte (2017), o Brasil no século 19 para o 20, sofriam com grandes epidemias devido ao consumo de águas não tratadas, pois na época não tinha equipamento que fizesse a filtração da água de modo eficiente. As pessoas morriam devido as doenças causadas pela água suja. Com a chegada dos imigrantes italianos e português que trouxeram na bagagem velas para filtrar a água, já existes na Europa, rudimentares feitas de pedras porosas, o material do os filtros eram de metal ou pedra.

Foi um dos primeiros produtos criados pela indústria nacional, com o passar do tempo sua eficácia foi comprovada, o uso de filtros de argila tornou-se cada vez mais popular devido ao seu baixo custo mais e facilidade de utilização em locais sem condições sanitárias básicas, recomendado bem como tratamento de água.

Os filtros têm funcionamento simples, o recipiente superior é responsável por armazenar a água que será filtrada pela força da gravidade. Com a lentidão e a pressão, de gota a gota, a água passa para o recipiente inferior através das paredes porosas do filtro. Mesmo sendo rustico, este filtro de água recebe classificação P-I ou A (a maior) recebida pelo Inmetro, o que significa que consegue segurar partículas de até 1 micron (1

milionésimo de metro), o que garante que a maior parte dos poluentes e bactérias não desçam para o compartimento de baixo. (LAFUENTE, 2019).

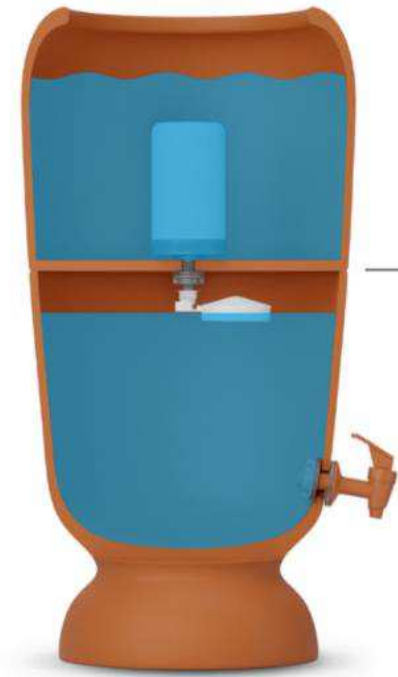
Segundo o site Monólito Nimbus, Filtro de Barro (2020), para determinar o tempo do processo de percolação do filtro de barro, é possível fazer o seguinte cálculo, considerando um volume aproximadamente de 3 litros. O fabricante do que informa esse volume, porém pode ser calculado multiplicando-se a área do círculo da base pela altura, ou seja, o volume desse cilindro de raio 10 cm e altura 10 cm é: $V_{cil} = \pi \cdot r^2 \cdot h = 3,14 \cdot (10-1m)^2 \cdot 10-1m \approx 3 \cdot 10^{-3} m^3$

Considerando que 1 litro = 10^{-3} metros cúbicos ou também 10^3 centímetros cúbicos. É necessário para saber a velocidade para encher o filtro, cronometre a queda de algumas gotas d'água que caem do purificador e faça uma média. O valor costuma ser entre 5 e 7 segundos para cada gota, caso o filtro seja mais velho, mais tempo demora. Considerando-se que 1 cm^3 possui em torno de 10 gotas, em 1000 cm^3 (1 litro) existem 10 mil gotas. Assim, em 3 litros são 30 mil gotas (MONÓLITO NIMBUS, 2020).

Monólito Nimbus (2020), concluir que caso de ser purificada uma gota a cada 7 segundos, 30 mil gotas serão 210 mil segundos, o que dá 3500 minutos ou 58,3 horas. Se forem 5 segundos, o tempo cai para 150 mil segundos, ou 41,6 horas. Por tanto, o tempo para o processo de filtragem de um filtro de barro de 3 litros fica entre um pouco mais de 1,5 dia e 2,5 dias. Se o filtro estiver seco, o tempo pode ser um pouco maior devido o barro absorve água.

Além de purificar a água, o filtro consegue manter sua temperatura baixa (cerca de 5°C a menos que o ambiente). Isso é possível porque o filtro de barro é feito de argila, um material permeável e poroso. Por isso, as moléculas que evaporam por causa da troca de calor com o ambiente absorvem calor, e essa evaporação causa a diminuição da temperatura da água, mantendo a água do interior do filtro de barro sempre fresca (LAFUENTE, 2019). Recomenda-se que a higienização da vela deve ser constantemente e trocada quando tiver amarelada com aproximadamente seis meses de uso, após certo tempo de uso a água passa a ficar com um sabor desagradável.

Figura 1: Filtro de barro em processo de percolação.



Fonte: <https://www.filtrodebarro.com>

3.5.2 VELA (TRIPLA AÇÃO)

A vela tripla ação é produzida conforme normas técnicas do INMETRO (ABNT NBR 16098:2012), apresenta alto desempenho na filtragem de água em filtros por gravidade. Este sistema da filtragem por gravidade através do elemento filtrante (vela), composto por material cerâmico micro poroso, retém partículas sólidas e impurezas microscópicas, no qual a água passa lentamente pela vela, sendo filtrada gota a gota devido à baixa pressão exercida pelo fluxo de água, proporcionando água hígida e cristalina. (ACQUA AZZURRA,2023)

Acqua Azzurra (2023) ressalta que o carvão ativado impregnado com prata coloidal é responsável pela alta eficiência na redução de odores e sabores desagradáveis, além do cloro presente na água. Tem revestimento da parede interna do elemento filtrante cerâmico, com nano partículas de prata coloidal, que elimina bactérias da água, demonstrando a atividade bactericida da nano prata. O composto da vela Tripla Ação resulta em água pura e alcalina. Este elemento filtrante é compatível ao uso em todos os filtros por gravidade.

Figura 2: Composição da vela tripla ação.



PAREDE MICROPOROSA

Ação (FILTRAR)

Material cerâmico com parede microporosa que filtra a água por gravimetria, sem adição de produtos químicos, reduzindo impurezas e retendo partículas sólidas, o que garante uma água saudável livre de partículas.

NANO PRATO

Ação (ESTERILIZAR)

Revestida internamente com a aplicação de nanopartículas de prata que penetram pelos poros da vela formando uma camada com ação esterilizante que é capaz de eliminar 99,9% das bactérias presentes na água.

CARVÃO ATIVADO

Ação (DECLORAR)

Carvão ativado (GAC- Granular Activated Carbon), um produto de origem vegetal obtido a partir de casca de coco e utilizado mundialmente em sistemas de purificação de água, pois reduz odores, sabores e o teor de cloro presente na água.

Fonte: <https://loja.ceramicastefani.com.br>

3.6. ASPECTO FÍSICO E QUÍMICO DA ÁGUA

A água é um líquido límpido, em locais profundos, de cor azul esverdeada, em seu estado natural. A densidade máxima é de 1 g/cm^3 a 4°C e seu calor específico é de $1 \text{ cal/}^\circ\text{C}$. No estado sólido, a densidade cai para até $0,92 \text{ g/cm}^3$, mas sabemos que o gelo se forma sob pressão mais fortes do que a água líquida. As temperaturas de fusão e ebulição à pressão de uma atmosfera são de 0 e 100°C , respectivamente, muito superiores às temperaturas de fusão e ebulição de outros compostos semelhantes à água. É um composto estável, que não se decompõe em seus elementos até 1.300° . Reage com os metais alcalinos (Li, Na, K, Rb e Cs) formando uma base e desprendendo hidrogênio: $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2$. Reage com alguns óxidos metálicos para formar hidróxidos, como por exemplo: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$, e com os não-metálicos para formar ácidos, $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$ (GOMES, CLAVICO, 2005).

4 METODOLOGIA

4.1. ÁREA DO ESTUDO

Cuité é um município brasileiro no estado da Paraíba, localizada na Região Geográfica Imediata de Cuité-Nova Floresta. De acordo com o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), no ano de 2017 sua população era estimada em 20.348 habitantes. Área territorial de 741,840 km². Sendo sede da 4ª Região Geográfica administrativa do estado da Paraíba. O município está incluído na área geográfica de abrangência do semiárido brasileiro, definida pelo Ministério da Integração Nacional em 2005. Esta delimitação tem como critérios o índice pluviométrico, o índice aridez e o risco de seca.

O município de Cuité situa-se na região centro-oeste do Estado da Paraíba, mesorregião do Agreste Paraibano e microrregião do Curimataú Ocidental, está a 235km de distância da capital João Pessoa. Limita-se com as cidades de Cacimba de Dentro, Damião, Barra de Santa Rosa, Sossego, Nova Floresta, Picuí, Baraúna e Jaçanã no Estado do Rio Grande do Norte.

O sistema de abastecimento de água do município de Cuité, funciona através do fornecimento de administração da CAGEPA (Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba). Nos últimos anos devido à escassez de chuva, fortes secas o açude Boqueirão do Cais, localizado no município de Cuité, que é o principal fornecedor de água, acabou não tendo mais condições de atender a população da cidade (PORTAL CORREIRO, 2018). As alternativas encontradas foram a perfurações de poços artesianos, que utilizam águas subterrâneas, na zona urbana e zona rural. Os carros pipas federais, particulares que já eram utilizados na zona rural para abastecimento das cisternas, passaram a fornecer também para zona urbana (ARAÚJO, 2022).

4.2. COLETA DAS AMOSTRAS

As coletas das amostras de água dos poços artesianos foram coletadas em triplicata e de diferentes pontos do Município de Cuité –PB. Na coleta das amostras de água foram utilizadas garrafas de politereftalato de etileno (PET) com capacidade 2 L que foram higienizadas, lavadas com água em estudo, preenchidas e mantidas em refrigeração até a

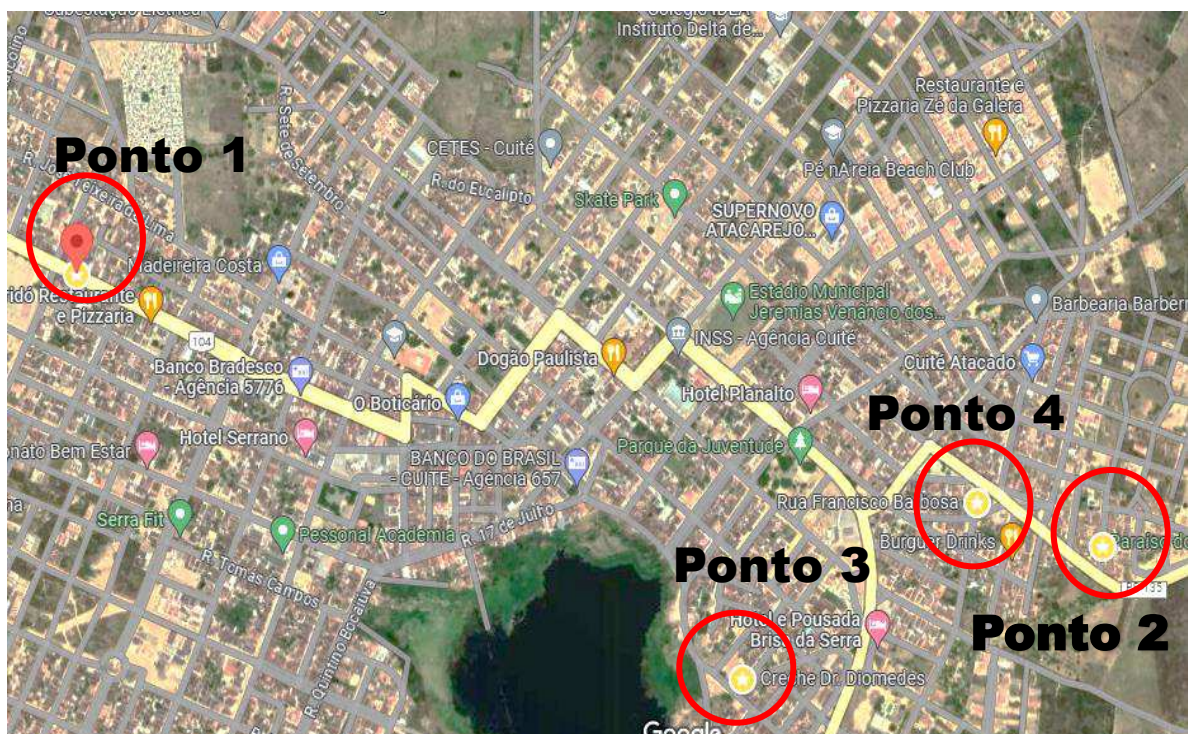
análise. A metodologia que foi desenvolvida é bastante viável por se tratar de técnicas bastante acessíveis, de fácil habilidade, além da matriz (água) ser de fácil acesso e manuseio, e o adsorvente utilizado foi vela que pode ser composta por carvão ativado ou não, dependendo do filtro e barro que for utilizado, com características específicas para serem utilizadas nas amostras em estudo.

Tabela 1: Localização, profundidade dos poços artesanais analisados

Poços analisados	Localização	Profundidade
Poço 1	Rua Vinte Cinco de Janeiro - Centro	42 Metros
Poço 2	Rua Maria Elias de Jesus- Jardim Trevo	50 Metros
Poço 3	Rua Colina da Lagoa - São Jose	Não informado
Poço 4	Rua Francisco Barbosa- das Graças	55 Metros

Fonte: Dados da Pesquisa, 2023.

Quadro 1: Localização dos poços artesanais analisado



Fonte: Google Maps

4.3 DETERMINAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA COLETADA

As análises das amostras foram realizadas no laboratório BIOAMBI/UFCG. Foram realizados testes de pH, turbidez, condutividade elétrica, dureza total, alcalinidade da água e teor de cloreto.

Para determinar as propriedades físico-químicas das amostras de água foram utilizados métodos titulométricos. As determinações das variáveis estudadas de acordo com (APHA, 2006) e pelo manual prático de análise de água da Fundação Nacional da Saúde (FUNASA, 2013).

4.3.1 pH

As determinações das medidas de pH foram realizadas com um peagâmetro H 21 – Hanna, sendo o mesmo previamente calibrado com soluções tampão de $7,00 \pm 0,01$ e básico de $14,00 \pm 0,01$.

Figura 3: Peagâmetro pH 21 - Hanna



Fonte: Autoria Própria, 2023

4.3.2 TURBIDEZ

O parâmetro turbidez foram medidos por um turbidímetro modelo DLT-WV, em que o mesmo calibrado com soluções padrões de 0,1 NTU, 0,8 NTU, 8 NTU, 80 NTU e 1000 NTU.

Figura 4: Turbidímetro modelo DLT-WV

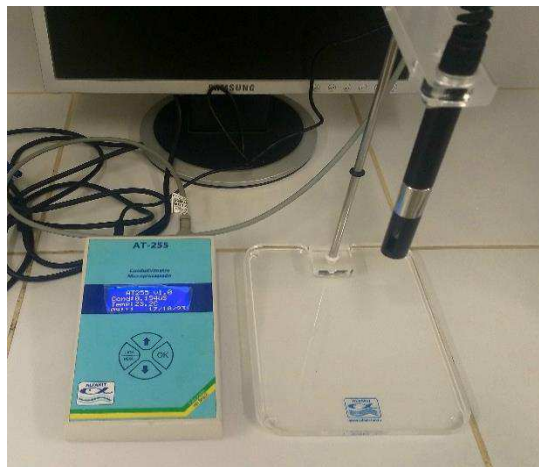


Fonte: Autoria Própria, 2023

4.3.3 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

As características da condutividade foram determinadas utilizando um condutímetro AT-255, sendo previamente calibrado com solução padrão de cloreto de potássio (KCl) $146,9 \mu\text{S}/\text{cm} \pm 0,5\%$, com uma temperatura padronizada de 25°C .

Figura 5: Condutímetro AT-255

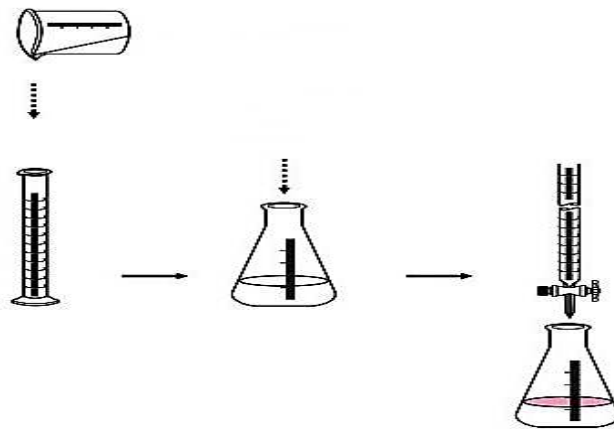


Fonte: Autoria Própria, 2023

4.3.4 ALCALINIDADE

Foram utilizados o princípio da volumetria de neutralização para realizar as medidas de alcalinidade (APHA, 2006; FUNASA, 2013).

Figura 6: Titulação de Alcalinidade

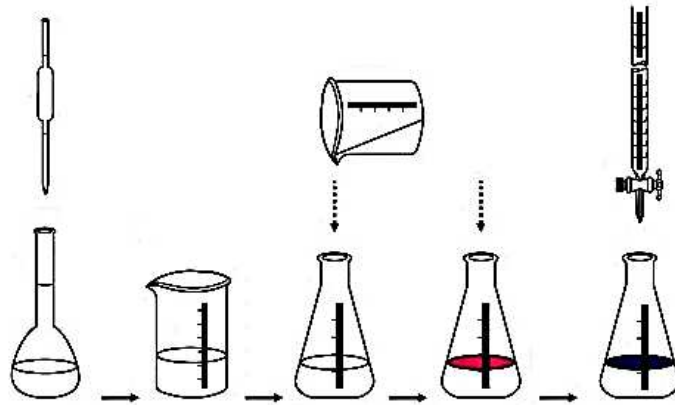


Fonte: Adaptado do Manual Prático de Análises de água da FUNASA(2013)

4.3.5. DUREZA TOTAL

Através do método da volumetria de complexação foram realizadas a medida de dureza utilizando como complexante o agente titulante EDTA (ácido etilenodiaminotetracético). (APHA, 2006; FUNASA, 2013).

Figura 9: Titulação de Dureza Total

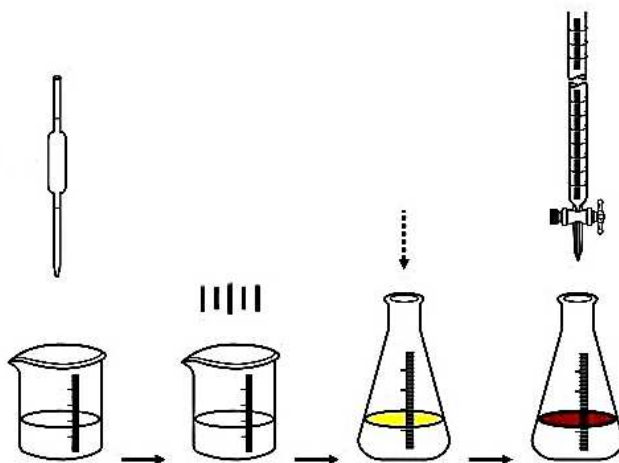


Fonte: Adaptado do Manual Prático de Análises de água da FUNASA(2013)

4.3.6. CLORETOS

Para determinação do teor de cloreto a técnica da volumetria de precipitação foram utilizados o método de Mohr. (APHA 2006; FUNASA, 2013).

Figura 8: Titulação do teor de Cloretos



Fonte: Adaptado do Manual Prático de Análises de água da FUNASA(2013)

4.4 PERCOLAÇÃO POR FILTRO DE BARRO

Após as análises dos parâmetros físico-químicas feitos nas amostras de água dos poços artesanais do município de Cuité-PB, as amostras foram submetidas ao processo de percolação por filtro de barro. Na figura 9, se refere ao filtro de barro usado na pesquisa.

Figura 9: Filtro de barro utilizado na pesquisa



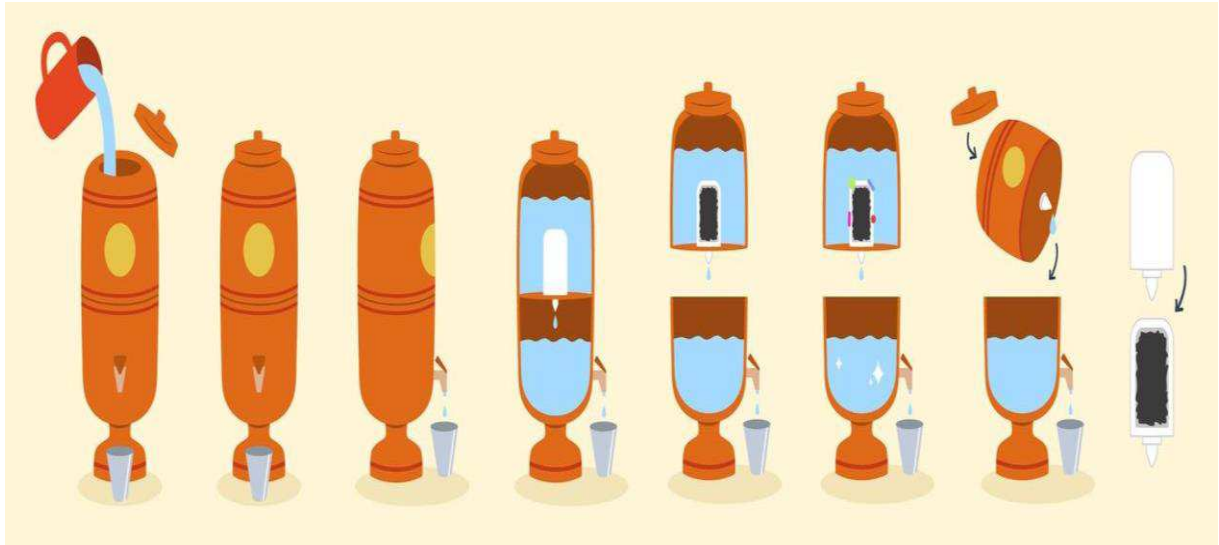
Fonte: Aatoria Própria, 2023

Na figura 10, mostra como é feita o processo da percolação do filtro de barro. As amostras que tiveram maior e menor dureza total, depois de feitos os parâmetros físico-químicas foram submetidas ao processo de percolação do filtro de barro, que é por gravidade, a água passa pelo filtro e pinga, gota a gota, no recipiente abaixo até preenchê-lo, as matrizes formam filtradas separadamente em triplicata, cada garrafa pet contendo aproximadamente 11 e 800ml.

Para obter a velocidade da percolação, foi cronometrado a queda de algumas gotas de água que caem da parte superior do filtro e depois foi feito a média. O valor médio foi de 7 segundos para cada gota. Levando em consideração que 1 cm³ possui em torno de 10 gotas, então em 1000 cm³ (1 litro) existem 10 mil gotas. Portanto, cada a triplicata usada na pesquisa tem aproximadamente 1,8 litros, são 18 mil gotas.

Obteve-se que, cada gota purificada leva em média 7 segundos, 18 mil gotas serão 126 mil segundos, 2100 minutos ou 35 horas. Portanto o tempo gasto para a percolação de cada triplicata foi de 1 dia e 11 horas aproximadamente.

Figura 10: **Processo de percolação do filtro de barro.**



Fonte: Imagem do Google, 2023.

Após a filtragem foram aplicadas as metodologias empregadas na determinação das propriedades físico-químicas de amostras aquosas nos poços artesanais do Município de Cuité-PB, para obtenção dos resultados foram aplicados testes estatísticos para validação dos dados obtidos novamente.

4.5 APLICAÇÃO DE MÉTODOS ESTATÍSTICOS PARA AVALIAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS

Após a obtenção dos resultados foram aplicados testes estatísticos para validação dos dados obtidos e da metodologia empregada na determinação das propriedades físico-químicas de amostras aquosas dos poços artesanais do Município de Cuité-PB. (BAIRD; ANDREW; RICE, 2021; BRASIL, 2013).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICAS DAS AMOSTRAS DE CUITÉ – PB ANTES DA PERCOLAÇÃO COM O FILTRO DE BARRO

Nas tabelas abaixo apresentam os valores médios e seus respectivos desvios padrões das análises físico-químicas realizadas antes da percolação no filtro de barro: pH, condutividade elétrica, turbidez, dureza total, alcalinidade e cloretos, das amostras do município de Cuité-PB. Para os todos os parâmetros especificados foram utilizados os valores máximos permitidos conforme as Portarias do Ministério da Saúde: PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5/2017; PORTARIA GM/MS Nº 888, EMITIDO EM 4 DE MAIO DE 2021.

5.1.1 pH

A Tabela 2 expõe os valores encontrados para o parâmetro de pH das 4 amostras de águas e seus referentes desvios padrões

Tabela 2: Valores médios de pH dos poços antes do processo de adsorção.

Amostras	Valores médios de pH
Ponto 1	4,73± 0,03
Ponto 2	4,74± 0,01
Ponto 3	6,65± 0,09
Ponto 4	4,70± 0,01
VMP*	6,0 a 9,5

Fonte: Dados da pesquisa, 2023

O potencial de hidrogênio (pH) consiste na concentração de íons H^+ na água e reflete a força da condição ácidas ou alcalinas. Conteúdo alcalino do ambiente aquático. O valor do pH está acoplado à dissociação de moléculas de água e hidrogênio resultante da dissociação de ácidos orgânicos ou inorgânicos naturais encontrados em águas efluentes industriais (PIVELI; KATO, 2006). Segunda a FUNASA (2013), valor do pH varia de 0 a 14. Abaixo de 7 a água é considerada ácida e acima de 7, alcalina. Água com pH 7 é neutra, a temperatura 298K.

Em relação a análise dos valores médios de pH das amostras analisadas, estimou-se na tabela 2 uma variação de 4,7 a 6,65 isso significa que a maioria das amostras apresentam características de acidez, de acordo com a mais recente PORTARIA GM/MS N°888, DE 4 DE MAIO DE 2021 do Ministério da Saúde não há uma referência para o pH. Entretanto, a amostra do Ponto 3 apresentou características menos acida do que as demais, levando em consideração

as determinações anteriores da portaria de Consolidação N°5/2017 do Ministério da Saúde, onde previa uma variação de pH favoráveis para consumo humano entre 6,0 a 9,5, o Ponto 3 se enquadra nos parâmetros.

Segundo Silva et al. (2017), ao estudarem os parâmetros físico-químicos da água utilizada para consumo de poços artesianos da cidade de Remígio-PB, constataram que todas as amostras eram de natureza ácida, valores entre 4,5 e 5,9 não correspondiam, portanto, de acordo com os padrões prescritos.

5.1.3 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Condutividade tem capacidade de conduzir uma corrente elétrica e é dependente da concentração dos íons presentes na solução. De acordo com Carvalho et al. (2017), quanto a capacidade de condução elétrica está relacionada a concentração iônica, quanto maior a concentração iônica da solução, maior a capacidade em conduzir corrente elétrica.

Segundo Libânio (2010), águas naturais apresentam usualmente condutividade elétrica inferior a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, podendo atingir 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em corpos de água receptores de elevadas cargas de efluentes domésticos e industriais. Os fatores que relacionam com a condutividade elétrica da água são resistência elétrica ao comprimento, a unidade de medida atualmente é em $\mu\text{S}/\text{cm}$ (microSiemens por centímetro), afirma o mesmo autor.

A Tabela 3 expõe os valores médios encontrados para o parâmetro de condutividade elétrica das 4 amostras de águas e seus referentes desvios padrões.

Tabela 3: Valores médios da condutividade elétrica dos poços

Amostras	Valores médios da Condutividades elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Ponto 1	844 \pm 10,9
Ponto 2	916 \pm 9,8
Ponto 3	781 \pm 48,6
Ponto 4	1006 \pm 7,6
VMP*	Não especificado

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

De acordo com os resultados obtidos pelas análises dos quatro pontos, observou que houve uma variação de 780,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 1006,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$, se a condutividade é $\neq 0$ pode conduzir eletricidade, indicando a presença de substâncias dissolvidas. Freire (2023) no município de Jaçanã – RN obteve por meio de seus estudos que a condutividade das amostras de águas dos poços e dos chafarizes locais uma variação de 3,3 e 2,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, com condutividade elétrica muito baixa. Já em Gabriel et al. (2021), na cidade de Soledade – PB, a amostra obteve o valor médio de 3.740 $\mu\text{S}/\text{cm}$, uma condutividade elétrica muito elevada, uma amostra com o teor elevado de salinidade, ou seja, os valores de condutividade elétrica são altos.

O Ministério da Saúde não estabelece padrões para comparar a referida grandeza. No entanto, com a condutividade elétrica é possível estabelecer algumas características da água subterrâneas com a sua salinidade, quanto maior a sua capacidade de conduzir corrente elétrica mais sais, minerais, matéria orgânica possui aquela amostra.

A CONAMA 357/2005, ainda não regulamentou a condutividade elétrica como parâmetro de análise obrigatória da água, porém a CETESB (2008), apresenta uma definição considerando a condutividade como expressão indireta da concentração de poluentes, sendo que valores superiores a 100 $\mu\text{S cm}^{-1}$ indicam ambientes impactados.

5.1.4 TURBIDEZ

A turbidez pode ser considerada a clareza da água e depende da quantidade de partículas suspensas presentes. A alta turbidez da água sinaliza altos níveis de substâncias orgânicas e inorgânicas em suspensão, que podem reter microrganismos e reduzir a eficiência do tratamento químico ou físico da água (SPERLING, 2005).

A Tabela 4 expõe os valores encontrados para o parâmetro de turbidez das 4 amostras de águas e seus referentes desvios padrões.

Tabela 4: Valores médios da Turbidez dos poços analisados

Amostras	Valores médios da Turbidez (NTU)
Ponto 1	0,66 ± 0,17
Ponto 2	0,72 ± 0,14
Ponto 3	0,66 ± 0,21
Ponto 4	0,55 ± 0,07
VMP*	5,0 NTU

Fonte: Dados da Pesquisa, 2023.

Segundo (CETESB,2016; PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011), a turbidez é uma expressão da propriedade óptica que cria a presença de luz espalhado e absorvido em vez de transmitido através da amostra em linha reta. Está na água causada por materiais suspensos como: argila, lodo matéria orgânica e compostos inorgânicos finos, compostos orgânicos solúveis coloridos, plâncton e outros organismo microscópicos. É também um parâmetro implícito que indica qualidade da água pública.

Analisando a tabela 4, observou os valores médios entre 0,55 NTU e 0,72 NTU estão dentro dos valores médios permitidos.

5.1.5 DUREZA TOTAL

A água natural dissolve muitos sais ao passar pelo solo e pelas rochas, contendo grandes quantidades de íons, como magnésio e cálcio, a elevação destes íons caracterizar água dura. (CUNHA et. al. 2014). Sendo calculada pela soma das concentrações de íons cálcio e magnésio, expressos como mg/L de carbonato de cálcio (CaCO₃) (BRASIL, 2013).

Tabela 5: Valores médios da dureza total dos poços

Amostras	Valores médios da Dureza Total (mg/L de CaCO₃)
Ponto 1	966,8 ± 0,4
Ponto 2	700,6 ± 0,2
Ponto 3	1060,9 ± 0,1
Ponto 4	1130,9 ± 0,3
VMP*	300 mg/L de CaCO₃

Fonte: Dados da pesquisa, 2023

Na tabela 5, apresenta-se os valores encontrados para o parâmetro dureza total das 4 amostras de águas e seus referentes desvios padrões, onde observou-se que a dureza total ficou entre 700,6 mg/L e 1130,9 mg/L, pode-se perceber que todas as amostras, ultrapassaram o limite permitido de 300 mg/L de CaCO₃ para o consumo humano, definido pela portaria GM/MS nº888/21 (BRASIL, 2021), tendo em vista que a matriz do Ponto 4 apresentou a maior dureza e que todas as amostras do referente trabalho apresenta três vezes mais que o permitido.

Portanto, a água é considerada como “dura” compromete o abastecimento público, por causa das formações de incrustações, irrigação agrícola, afóra de promover modificação química do solo e prejudicando a saúde, com o aumento do risco de doenças cardiovasculares,

atraso do crescimento infantil, diminuição da absorção de minerais essenciais e dermatite atópica (PRATO, 2021).

Os estudos semelhantes feitos em águas de chafarizes do município de Coronel Ezequiel -RN por Freire, Dantas, Araújo e Silva (2021), mostraram que as amostras apresentaram uma variação entre 467,206 a 533,663 mg.L⁻¹ CaCO₃. Já em dados apresentados por Freire (2023) obteve-se valores que variam entre 520,4 a 960,8 mg.L⁻¹ CaCO₃.

5.1.6 ALCALINIDADE

A Tabela 6, expõe os valores encontrados para o parâmetro de alcalinidade das 4 amostras de águas e seus referentes desvios padrões.

Tabela 6: Valores médios da alcalinidade dos poços

Amostras	Valores médios da Alcalinidade (mg/L)
Ponto 1	21,2 ± 0,4
Ponto 2	12 ± 0
Ponto 3	12 ± 0,1
Ponto 4	14 ± 0,2
VMP*	Não especificado

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Segundo Reis (2011), a alcalinidade de uma amostra de água é a sua capacidade quantitativa de neutralizar ácidos fortes a um determinado pH. A altamente alcalina possui valor de CaCO₃ superior a 2.000 mg.L⁻¹, águas com baixa alcalinidade apresenta valor de CaCO₃ inferior a 20 mg.L⁻¹ CaCO₃. (COLOMBO, 2013)

Não há especificações na legislação brasileira que estabeleçam limites de alcalinidade na água (BRASIL, 2013). A maioria das fontes naturais de água apresenta valores de alcalinidade entre 30 e 500 mg.L⁻¹ CaCO₃, expressos em miligramas de CaCO₃ por litro de água (REIS, 2011).

De acordo com a FUNASA (2013), a medida da alcalinidade é de fundamental importância durante o processo de tratamento de água, pois é em função do seu teor que se estabelece a dosagem dos produtos químicos utilizados.

Os dados obtidos na análise apresentada na tabela 6, mostra que a alcalinidade total teve uma variação de 12 mg/L a 21 mg/L, está dentro dos parâmetros de valores de água com valor de baixa alcalinidade, sendo assim uma solução com alcalinidade baixa possui uma baixa capacidade de tamponamento e o pH é alterado rapidamente quando algo ácido ou básico é adicionado.

5.1.7 TEOR DE CLORETOS

De acordo com FUNASA (2013), o cloreto está comumente presente na água bruta e tratada. As concentrações variam com quantidade mínima a centenas de mg/L. Existe na forma de cloreto de sódio, cálcio e magnésio, níveis elevados de cloreto podem limitar o uso da água. O sabor que confere e o efeito laxante que pode causar prejuízo a saúde.

A Tabela 7 expõe os valores encontrados para o parâmetro do teor de cloretos das 4 amostras de águas e seus referentes desvios padrões.

Tabela 7: Valores médios do teor de cloretos dos poços

Amostras	Valores médios do Teor de Cloretos (mg/L)
Ponto 1	1,3 ± 8,1
Ponto 2	1,2 ± 0,9
Ponto 3	1,2 ± 1,7
Ponto 4	1,4 ± 0,6
VMP*	250 mg/L

Fonte: Dados da pesquisa, 2023

Na tabela 7, observou-se que houve uma variação 1,2mg/ L a 1,4 mg/L, estando nos parâmetros aceitáveis pelo Ministério da Saúde, regente pela PORTARIA GM/MS N°888, DE 4 DE MAIO DE 2021.

5.2 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICAS DAS AMOSTRAS APÓS PERCOLAÇÃO POR FILTRO DE BARRO

Depois da caracterização físico-química de alguns pontos de poços artesianos do município de Cuité-PB, e avaliados alguns dos principais indicadores encontrados, foi utilizado o filtro de barro, com duas velas de tripla ação composta por: cerâmica branca, carvão ativado com prata coloidal, com a desígnio de melhorar alguns parâmetros físico-químicas encontrados, e dessa forma tentar proporcionar melhoria na qualidade de águas utilizadas pela população local, tendo como referência: PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5/2017; PORTARIA GM/MG Nº888, DE 4 DE MAIO DE 2021 do Ministério da Saúde.

Com o decorrer da pesquisa ficou comprovado que o filtro de barro com as velas de tripla ação, pode ser promissor, tendo em vista a melhoria de alguns parâmetros físico-químicas analisados.

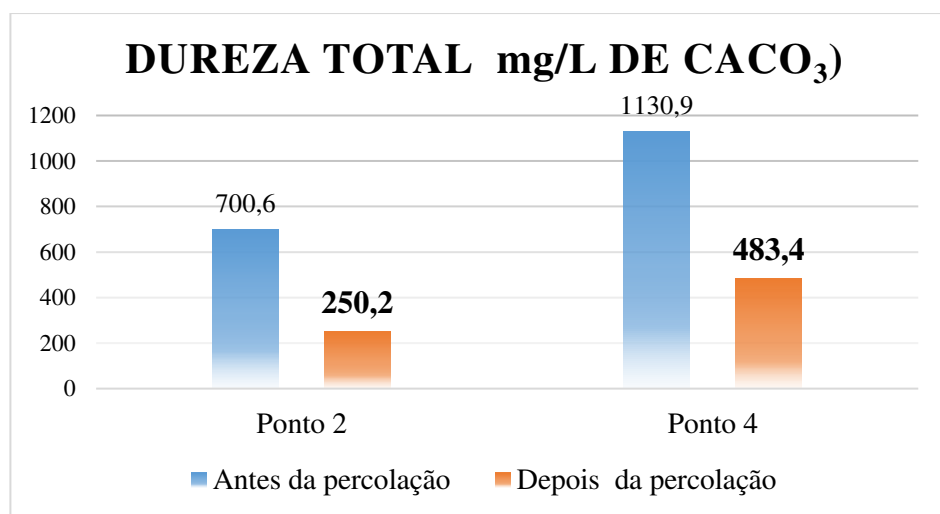
Os gráficos a seguir apresentam os dados das análises feitas dos parâmetros físico-químicas obtidas das amostras dos Ponto 2 e 4 após que tiveram maior e menor dureza, o processo de adsorção por filtração, após percolação com filtro de barro e as velas tripla ação.

5.2.1 DUREZA TOTAL

De acordo com o gráfico 1, observou-se que após a filtragem (percolação por filtros de barro) houve uma diminuição significativa na concentração do nível de dureza total das duas amostras, no ponto 2 a concentração de dureza total diminuiu aproximadamente 35,7% de mg/L de CaCO_3 , no entanto, no ponto 4 a diminuição na concentração da dureza foi de 42,7% de mg/L de CaCO_3 . O filtro de barro respondeu bem as expectativas, com a redução de dureza nas amostras após o processo de filtragem, se observar a amostra do ponto 2 baixou de 700 mg/L CaCO_3 para 250,2 de mg/L CaCO_3 , e a amostra do ponto 4 que diminuiu de 1130,9 mg/L CaCO_3 para 483,4 mg/L de CaCO_3 respectivamente. Entretanto, apenas a amostra do ponto 4 continua em desacordo com os parâmetros estabelecidos pelo Ministério da Saúde para o consumo humano que é de até 300 mg/L CaCO_3 .

Estudos feitos por Fernandes et. al. (2015) verificou-se a água potável filtrada pelo filtro de barro apresentou a classificação do tipo branda que vai de 15 a 50 mg/L em CaCO_3 , se enquadram no padrão de potabilidade exigido pela PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5/2017, do Ministério da Saúde, a análise percebeu-se que o sistema de filtração da água potável, o filtro de barro pouco influencia na dureza da água.

Gráfico 1: Valores médios das análises de dureza total apos da percolação



Fontes: Dados da pesquisa, 2023

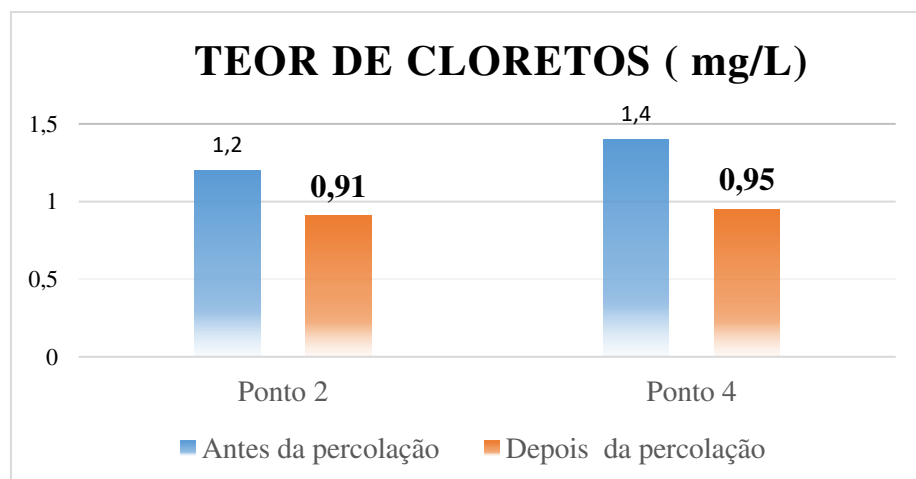
5.2.2 CLORETOS

Em relação ao gráfico 2, temos que após o processo de percolação com o filtro de barro, as amostras dos pontos 2 e 4 de águas subterrâneas do município de Cuité-PB mostraram uma suave redução no teor de cloretos, apresentando os valores 0,91 e 0,95 mg/L respectivamente após a percolação, comprovando a baixa concentração de cloretos nas amostras analisadas, encontrando-se de acordo com a portaria vigente do Ministério da Saúde onde os valores aceitos são de até 250 mg/L. Porém, neste caso não houve uma alteração significativa nos teores de cloretos após as amostras serem filtradas com o filtro de barro.

De acordo com estudo realizados no estado do Amapá-AP, por Carmello et.al (2022):

Quanto ao filtro de barro, houve uma melhora nos índices do teor de cloretos após filtração e estabilidade de 0,2 mg/l e retirada total dele mostrando um bom resultado e dando maior qualidade a essa água.

Gráfico 2: Valores médios das análises do teor de cloreto após da percolação



Fontes: Dados da pesquisa, 2023

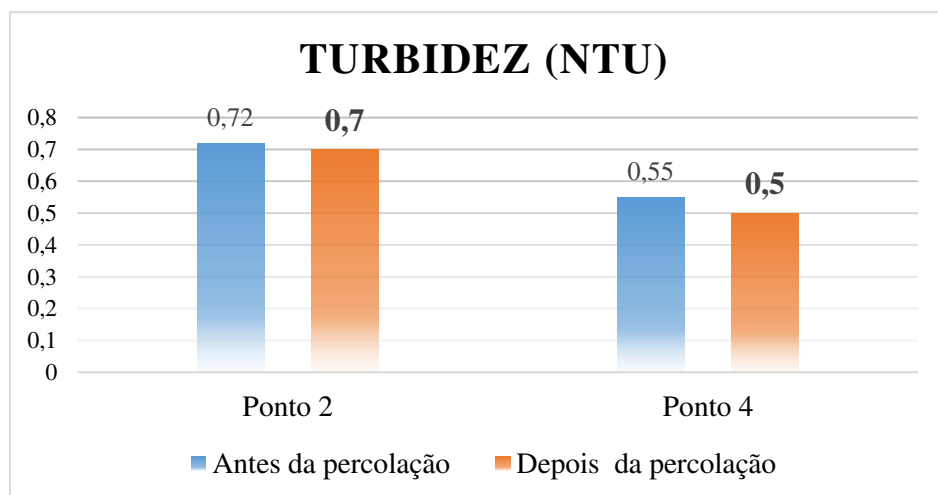
5.2.3 TURBIDEZ

Após os estudos da turbidez observou-se no gráfico 3, que as amostras dos pontos 2 e 4 apresentaram uma diminuição muito leve comparados aos valores iniciais, passando de 0,72 NTU para 0,7 NTU e 0,55 NTU para 0,5 NTU respectivamente após o tratamento com o filtro de barro. Portanto, a percolação com o filtro de barro não proporcionou alterações significativas para o parâmetro da turbidez.

Caramello et.al (2022), observou-se em estudo feito com amostras de água do estado do Amapá-AP, ainda que ao passar pela filtração, foi identificado que houve uma melhora no filtro de barro com valor médio da turbidez de 0,30 NTU em relação à água da torneira residual. De acordo com parágrafo 2o da PORTARIA 888, (2021), em relação ao parâmetro da turbidez, diz que: Em toda a extensão do sistema de distribuição de água (reservatório e rede) ou pontos de consumo deverá atender ao VMP de 5,0 NTU para turbidez

Tavares et.al. (2020), apesar da turbidez ser um parâmetro que não tem efeitos adversos diretos à saúde. Porém, fornece informações sobre a presença de sólidos em suspensão na água. A filtragem como o filtro de barro, reduziu em média 30% da turbidez original.

Gráfico 3: Valores médios das análises da turbidez após da percolação



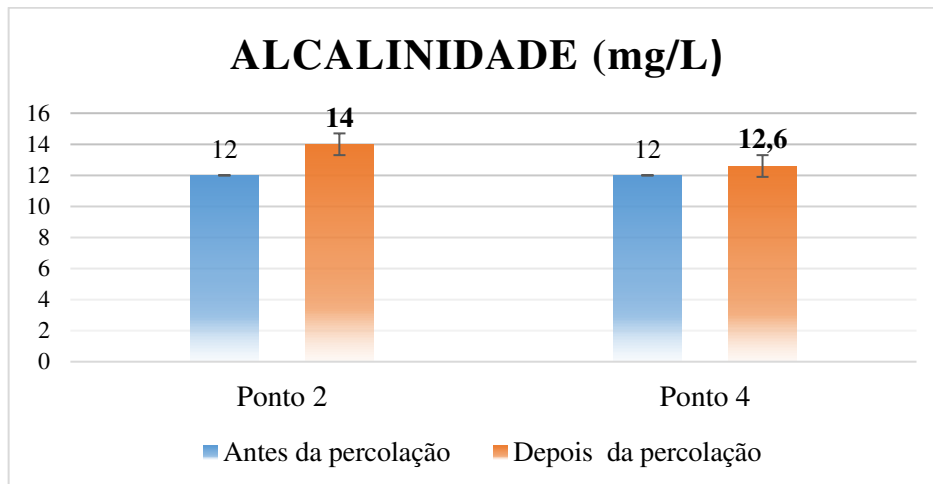
Fontes: Dados da pesquisa, 2023

5.2.4 ALCALINIDADE

No que se refere a alcalinidade, as amostras dos pontos 2 e 4 tiveram uma pequena alteração após a percolação com o filtro de barro, passando de 12 mg/L para 14 mg/L e 12 mg/L para 12,6 mg/L, observado no gráfico 4. Apesar de não ser estimada pelo órgão responsável, é de extrema importância para os tratamentos de águas para consumo humano.

Segundo Fernandes et. al. (2015) estudos feitos com uma amostra do município de Cuité- PB, a água que foi filtrada pelo filtro de barro, apresentou-se acima do valor de 24 mg/L em CaCO_3 , apresenta uma boa capacidade de tamponamento, ou seja, tendo a capacidade da solução-tampão de não sofrer mudanças significativas no seu pH ao receber soluções formadas por bases ou ácidos fortes. Águas de baixa alcalinidade (menor que 24 mg/L de CaCO_3) apresentam baixa capacidade de tamponamento e, assim são susceptíveis às mudanças no pH. (CHAOMAN e KIMSTACK, 1992).

Gráfico 4: Valores médios das análises da alcalinidade após da percolação



Fontes: Dados da pesquisa, 2023

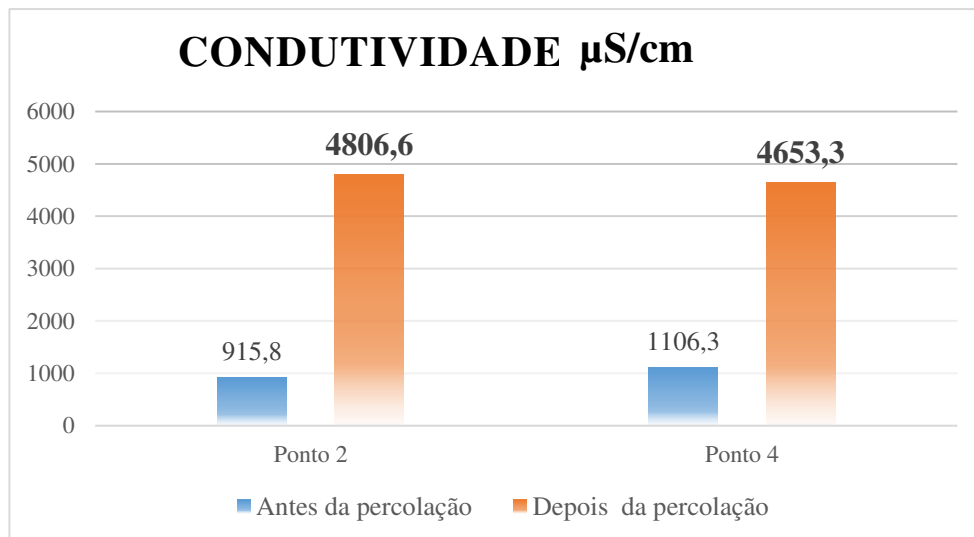
5.2.5 CONDUTIVIDADE

No gráfico 5, observou-se que as amostras tiveram um aumento de condutividade em um valor expressivo, após a percolação o ponto 2 passou de 915,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para 4806,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$, já o ponto 4 passou de 1106,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para 4653,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Apesar de não ter parâmetros que estejam na legislação, a condutividade elétrica é importante para identificar a presença de partículas ou substância que ajudar ao tratamento da água.

Segundo Tavares et.al. (2020) estudo feitos na região Metropolitana do Recife-PE:

A condutividade elétrica das águas resultou numa média de 120,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à temperatura de 25°C. Esse parâmetro expressa a capacidade da água em conduzir corrente elétrica, relacionado com a quantidade presente de partículas carregadas eletricamente. Houve um aumento da condutividade elétrica com os filtros de barro, certamente associado a íons presente na argila utilizada na fabricação da cerâmica.

Gráfico 5: Valores médios das análises da condutividade apos da percolação



Fontes: Dados da pesquisa, 2023

5.2.6 pH

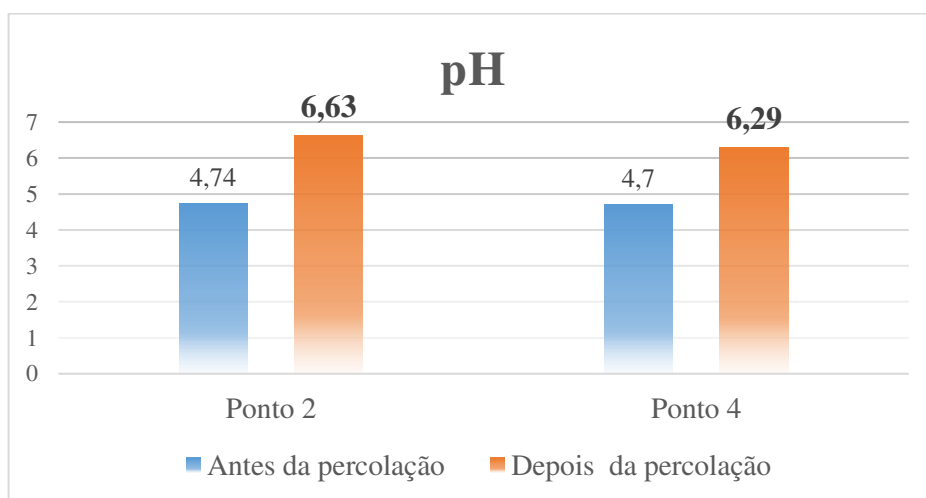
Em relação ao pH, o gráfico 6 apresenta que as amostras dos pontos 2 e 4 das águas subterrâneas do município de Cuité-PB tiveram um aumento no pH após a percolação no filtro de barro, sendo assim satisfatório e se encaixando nos parâmetros permitidos pela da antiga legislação, atualmente pela mais recente PORTARIA GM/MS N°888, DE 4 DE MAIO DE 2021 do Ministério da Saúde, não se tem valores médios de referência para o parâmetro do pH.

A amostra do ponto 2 passou de 4,74 pH para 6,63 pH, entretanto a amostra do ponto 4 passou de 4,7 pH para 6,29 pH observou-se que o aumento foi mais de 100% de eficácia.

De acordo com os estudos realizados no município de Cuité por Fernandes et. al. (2015), o filtro de barro teve melhor desempenho, uma vez que atendeu as exigências da Lei, exibindo uma média de $\text{pH} = 7,81$, que se encontra dentro da faixa estabelecida.

Estudos feitos no estado do Amapá, o filtro de barro, apresentou uma melhora no pH das análises após processo de filtragem, o valor médio pH 7,9 enquadrando-se nos limites estabelecidos pela PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO N° 5/2017 vigente e tirando da condição ácida da água. (CARAMELLO et.al 2022).

Gráfico 6: Valores médios das análises do pH apos da percolação



Fontes: Dados da pesquisa, 2023

6. CONCLUSÃO

Após a realização do estudo observou-se que analisando os resultados e as informações discutidas, é importante que a água que se destina a vida humana seja devidamente tratada e passe por processos de filtração. O filtro de barro se mostrou promissor com as águas subterrâneas, tendo em vista os parâmetros do pH e da dureza que apresentaram uma melhora significativa após o procedimento de percolação e se adequando a PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5/2017.

Notou-se que alguns dos parâmetros analisados não tiveram nenhuma alteração ou simplesmente baixas mudanças, não se adequando aos valores exigidos pela PORTARIA GM/MS Nº888, DE 4 DE MAIO DE 2021 do Ministério da Saúde, como foi o caso da turbidez onde as amostras tiveram uma diminuição insignificante. Em relação aos Cloretos apesar dos valores obtidos estarem de acordo com a portaria atual, os valores médios após o procedimento de percolação no filtro de barro não foram satisfatórios.

Todavia, apesar de alguns parâmetros analisados não estarem de acordo com que a PORTARIA GM/MS Nº888, DE 4 DE MAIO DE 2021 atual estabelece, essas águas podem ser usadas como fonte secundária de consumo pela população local, nas suas atividades diárias, tendo em vista que para o consumo humano exige-se a necessidade de uma avaliação mais avançada e periódica, com análises de outros parâmetros como microbiológicos por exemplo, para que essas águas sejam consideradas seguras para consumo da população cuitense.

Estudos posteriores poderão ser realizados levando em consideração parâmetros não abordados, já que o filtro de barro se mostrou eficaz em vários parâmetros importantes para melhoria da qualidade da água em questão. Sendo assim uma alternativa viável, barata de tratamento das águas dos poços artesianos, viabilizando o consumo dessas águas para populações que não tem acesso a água de qualidade. As análises de potabilidade da água são de extrema importância para saúde da população, não é de hoje que estudos mostram que a água não tratada corretamente é responsável por inúmeras doenças. Portanto, este trabalho se torna relevante por apresentar à comunidade acadêmica e a população do município de Cuité-PB, informações importantes a respeito de águas de poços utilizadas pela população local, priorizando principalmente avaliar a qualidade dessas águas e propor novas metodologias de análise.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAS, **Águas subterrâneas**. Disponível <https://www.abas.org/aguas-subterraneas-o-que-sao/>. Acessado dia 28 de agosto de 2023.

ACQUA AZZURRA, **Vela tripla ação**- Disponível: <https://www.acquaazzurra.com.br/velas/vela-acqua-azzurra-tripla-acao>. Acessado dia 07 de setembro 2023.

APHA-AWWA-WPCF. **American Public Health Association; American Water Work Association; Water Environment Federation. Standard methods for the examination of water and waster water**. Rodger, Andrew D. CLESCERI; American Public Hearlth Association; 19th, edition, 2006.

ARAÚJO, E.P.- **Eficiência do uso de filtros de barro para o tratamento da água utilizada para consumo humano em residências de Corrente-PI. (Trabalho de Conclusão de Curso (artigo) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – CampusCorrente).**

ARAÚJO, Douglas Cavalcante de –PB. **A formação de mercado informais de água com alternativas ao colapso do abastecimento público em Cuité-PB 2022.120 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional – PPGDR) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.**

ANDRADE, P.K.B; GUSMÃO, A.C.S; ROCHA, E. A.; SILVA, R.S.O; SILVA, G, F, M;TAVARES, R.G. **Alteração físico-química da água para consumo humano após uso de filtros domésticos. Revista GEAMA – Ciências Ambientais e Biotecnologia *Scientific Journal of Environmental Sciences and Biotechnology* 6 (1): 58-63, Abril 2020, Online version ISSN: 2447-0740.** Acessado: 06 de maio de 2023.

ANDIA, J. P.M. – **Remoção de boro de água e efluentes de petróleo por adsorção - Capítulo4 Adsorção. Tese- PUC- (PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO – PUC- RIO) Rio Certificação Digital n°0412179.**

BAIRD, R. B.; ANDREW, D. E.; RICE, E. W. (Ed). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington, DC: American Public Health Association, 2012.

BELLINGIERI, Júlio Cesar. **Água de beber: a filtração doméstica e a difusão do filtro de água em São Paulo. Anais do Museu Paulista. São Paulo. N. Sér. v.12. p. 161-191. 2004.**

BRASIL. **Portaria de Consolidação nº5, de 28 de setembro de 2017.** Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de Saúde do Sistema Único de Saúde. v.1, n.1, p.1-18.

BRASIL. **Portaria de Consolidação nº888, de 04 de maio de 2021.** Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de Saúde do Sistema Único de Saúde. Disponível: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html. Acessado: 27 de setembro de 2023.

CARVALHO, Ana Paula Monteiro et al. **Avaliação dos parâmetros de qualidade da água de abastecimento alternativo no distrito de Jamacaru em Missão Velha-CE.** Disponível em :< http://www1.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistainiciacao/wp-content/uploads/2017/11/4-226_IC_ArtigoRevisado.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2023.

CAPUCCI, Egmont et. al. **Poços Tubulares e Outras Captações de Águas Subterrâneas-Orientação aos Usuários. Rio de Janeiro: SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2001.**

CETESB.SP, **Águas interiores- O problema da escassez no mundo, 2005.**

CARAMELLO, N.; FURTADO, M. S.; RODRIGUES, A. B.. **Monitoramento da qualidade de água residencial e in natura para análise de tratamento alternativo, Amapá, Brasil.** Natural Resources, v.12, n.2, p.107-122, 2022.

CORREA, Helga, **Pesquisa realizada pela GlobeScan, em parceria com a Circle of Blue e o WWF, mostra preocupação com efeitos da crise climática.** Disponível: <https://www.wwf.org.br/?85100/Falta-de-agua-potavel-preocupa-81-dos-brasileiros-aponta-estudo> Acessado: 10 de setembro de 2023.

DACACH, N. G. Saneamento Básico. LTC: Rio de Janeiro, 1979.

EMBRAPA- **Água.** Disponível: https://www.embrapa.br/contando-ciencia/agua/-/asset_publisher/EljjNRSeHvoC/content/vamos-economizar-agua Acessado dia 25 de agosto de 2023.

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

FERREIRA, A. B. H. *Novo Dicionário da Língua Portuguesa*. 2ª edição. Rio de Janeiro. Nova Fronteira. 1986. p. 1 350.

FERREIRA, A. N. P. et al. **Águas Subterrâneas: um recurso a ser conhecido e protegido. Ministério do Meio Ambiente, Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, Petrobras, Brasília, DF, 2007.** GIL, Antônio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. –São Paulo: Atlas, 2008.

FERNANDES, Caroline Vasconcelos; MISAEL, Carla Gabriela Azevedo; CHAVES, Filipe José Ferreira; SANTOS, Josiele Souza Batista; CAVALCANTE, Juan Nicolas Andrade; VASCONCELOS, Suênia Fernandes de. **Estudo da Qualidade das águas processadas em filtros de barro tradicionais contrapondo os filtros modernos. Pernambuco. Campina Grande, 2015.**

FERNANDES, C.V; MISAEL, C.G.A.; CHAVES, F.J.F; SANTOS, J.S.B.; CAVALCANTE, J.N.A.; VASCONCELOS, S.F. **Estudo da qualidade das águas processadas em filtros de barro tradicionais contrapondo os filtros modernos. ERQ. 5º Encontro Regional de Química & 4º Encontro Nacional de Química. Blucher Chemistry Proceedings - novembro de 2015, Volume 3, Número 1.**

FUNASA, **Plano municipal de saneamento básico- caderno temático saneamento básico, abastecimento de água potável.**

Disponível: <http://www.funasa.gov.br/documents/20182/300120/Abastecimento+de+%C3%81gua+Pot%C3%A1vel.pdf/c42e2752-7de2-4a0b-a751-> Acesso em: dia 07 set. 2023.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual prático de análise de água**. 4ª edição. Brasília: FUNASA 2013.

FUNASA, **Caderno Temático - Abastecimento de água potável. Maranhão, Espírito Santos 2016.**

FUNATI, **A Importância do Tratamento da Água** - Disponível: <https://www.fusati.com.br/a-importancia-do-tratamento-da-agua/> Publicado: 21 de mar. de 2023. Acessado: 10 de agosto de 2023.

FUNDAJ, **ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: O QUE É E QUAL A IMPORTÂNCIA?** Publicado em 2020.

PERFURARTE, **Perfurarte Poços Artesianos. Perfuração de solo para Poços: Os tipos de poços. São Paulo, 2020.**

PIVELI, R. P.; KATO, M. **Características físicas das águas: cor, turbidez, sólidos, temperatura, sabor e odor. In: Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos.** Ed. ABES, Rio de Janeiro, 285 p., 2006.

GOMES, A.S.; CLAVICO,E.- **Propriedades Físico-Químicas da Água- (Universidade Federal Fluminense- Departamento biologia Marinha, 2005).**

GOMES,L.H; **Alterações de propriedades físico-química da água tratada com preparados homeopáticos de carbonato de cálcio. Tese – (Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, paraobtenção do título de *Magister Scientiae*. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-Minas Gerais2009).**

GOMES, M.S.; FRANCO, C.S.; MESQUITA FILHO, J.; VIEIRA, A.C.A. -322 – **Tratamento de água domiciliar por filtros de cerâmica microporosa e carvão ativado.(Congresso ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental 1 AESABESP - Associação dos Engenheiros da Sabesp, 2017)**

GLOBO REPORTE, **Filtro de barro invenção brasileira, e um dos melhores do mundo.** <https://g1.globo.com/globo-reporter/noticia/2017/06/filtro-de-barro-invencao-brasileira-e-um-dos-melhores-do-mundo.html>. Acessado 10 de setembro de 2023

LAMARH, **A importância da Água.** Disponível: site: <https://lamarh.icb.ufg.br/n/26522-a-importancia-da-agua>. Acessado 15 de setembro de 2023

MENDONÇA, C.; **Benefícios de um recurso fundamental para a manutenção da vida-(2019 atualizado pela última vez em 17/07/2020).**

MINISTÉRIO DA SAÚDE, SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE DEPARTAMENTO DE SAÚDE AMBIENTAL, DO TRABALHADOR E VIGILÂNCIA DAS EMERGÊNCIAS EM SAÚDE PÚBLICA, **Guia prático de inspeção sanitária em formas de abastecimento de água para consumo humano- Brasília – DF 2021.**

MINISTERIO DA SAÚDE, SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE COORDENAÇÃO-GERAL DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE AMBIENTAL - **Boas práticas no abastecimento de água: procedimentos para a minimização de riscos à saúde manual para os responsáveis pelavigilância e controle – Brasília-DF (2006).**

MOREIRA, S. de A. **Adsorção de íons metálicos de efluente aquoso usando bagaço do pedúnculo de caju: estudo de batelada e coluna de leito fixo.** 2008. 133 f. **Dissertação (Mestrado em Saneamento Ambiental) - Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.**

MONOLITO NIMBUS, **Filtro de Barro,** 2020. Disponível: <https://www.monolitonimbus.com.br/filtro-de-barro/> Acesso em: 10 de nov. 2023.

NASCIMENTO, R. F. et al. **ADSORÇÃO: aspectos teóricos e aplicações ambientais.** E-book. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014. 256p.

PANIAGUA, C.E.S. **Coleção desafios das engenharias: engenharia sanitária 2-** Atena Editora Ponta Grossa–Paraná–Brasil 2021.

PEDRO, N.A.R.; BRÍGIDO, B.M.; BADOLATO, M.I.C.; ANTUNES, J.L.F.; OLIVEIRA, E. - **Avaliação de filtros domésticos comerciais para purificação de águas e retenção de contaminantes inorgânicos.** **QUÍMICA NOVA, 20(2) (1997).**

PARRON, L.M.; MUNIZ, D.H.F.; PEREIRA, C.M.- **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química da água.** Embrapa Florestas, Colombo-PR 2011

PORTAL CORREIO, **PB fecha 2018 com açudes secos e colapso em 50 cidades-** disponível: <https://portalcorreio.com.br/pb-fecha-2018-com-acudes-secos/> Acesso em: 20 set. 2023

SCHMIDT, C.G. - **Desenvolvimento de filtros de carvão ativado para remoção do cloro da água potável.** (Dissertação desenvolvida no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais –PPGE3M, com parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia.) Universidade federal do Rio Grande do Sul- Porto Alegre–RG, 2011.

SILVA, E.; CESCINETTO, F.; CORRÊA, L.S.; CAMPOS, M.B.; RIBEIRO, M.G.; OLIVEIRA, R.S.; DAMIÃO, R.O. e BARCELO, R.L. **Filtro de barro: abastecimento automatizado-** Anais da Mostra Nacional de Robótica - MNR 2019 Ensino Fundamental, Médio e Técnico. CEET – Centro Estadual de Educação Técnica Vasco Coutinho Vila Velha – ES.

SILVA, A. B.; BRITO, J. M.; SILVA, R. A.; BRAZ, A. S.; SILVA FILHO, E. D. S. **Parâmetros físico-químicos da água utilizada para consumo em poços artesianos na**

cidade de Remígio-PB. Águas Subterrâneas, v. 31, n. 2.p. 109-118, 2017. SOLDERA, B, Água na região Nordeste.

TAVARES, R. G.; SANTOS G., A. C.; OLIVEIRA S., R. de S.; DO MONTE S., G. F.; BATISTA DE ANDRADE, P. K.; ROCHA, E. A. **Alteração físico-química da água para consumo humano após uso de filtros domésticos. Revista Geama, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 58–63, 2020.**

REBOUÇAS, A.C. **Groundwater in Brazil. Episodes**, v. 11, n. 3, p. 209-214. 1988.

REBOUÇAS, A.C. **Desenvolvimento das águas subterrâneas no Brasil. In: X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. ABAS. São Paulo. (CDROM). 1998.**

RUTHVEN, D. M. **Principles of Adsorption and Adsorption Process. New York: John Wiley & Sons, 1984.**