



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ - CAMPUS
PICOS
CURSO LICENCIATURA EM QUÍMICA

PEDRO JOSÉ DA SILVA JUNIOR

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE POTENCIAL DE HIDROGÊNIO, ALCALINIDADE E
PRESENÇA DE COMPOSTOS ESPECÍFICOS DE SULFETOS NA ÁGUA DO POÇO
JORRANTE LOCALIZADO NA CIDADE DE SANTA CRUZ DO PIAUÍ

PICOS-PI

2024

PEDRO JOSÉ DA SILVA JUNIOR

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE POTENCIAL DE HIDROGÊNIO, ALCALINIDADE E
PRESENÇA DE COMPOSTOS ESPECÍFICOS DE SULFETOS NA ÁGUA DO POÇO
JORRANTE LOCALIZADO NA CIDADE DE SANTA CRUZ DO PIAUÍ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como exigência parcial para obtenção do
diploma do Curso de Licenciatura em Química
do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí, Campus Picos

Orientadora: Prof. Me. Francisco de Assis
Pereira Neto

Picos-PI

2024

FICHA CATALOGRÁFICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PICOS
COORDENAÇÃO DE BIBLIOTECA SERVIÇO
DE PROCESSOS TÉCNICOS

S586a Silva Junior, Pedro José da

Análise físico-química de potencial de hidrogênio, alcalinidade e presença de compostos específicos de sulfetos na água do poço jorrante localizado na cidade de Santa Cruz do Piauí / Pedro José da Silva Junior — 2024.

21 f.: il.

Monografia (Graduação em Licenciatura em Química) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Picos, 2024.

Orientador: Prof. Me. Francisco de Assis Pereira Neto.

1. Físico-química. 2. Análise da água. 3. Qualidade da água. I. Título.

CDD: 541.3

PEDRO JOSÉ DA SILVA JUNIOR

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE POTENCIAL DE HIDROGÊNIO, ALCALINIDADE E
PRESENÇA DE COMPOSTOS ESPECÍFICOS DE SULFETOS NA ÁGUA DO POÇO
JORRANTE LOCALIZADO NA CIDADE DE SANTA CRUZ DO PIAUÍ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como exigência parcial para obtenção do
diploma do Curso de Licenciatura em Química
do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí, Campus Picos

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Francisco de Assis Pereira Neto. (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Me. Francisco Junior Coelho Ferreira
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. Heleonardo Dantas de Melo
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me concedido saúde, coragem e fortaleza para que eu continuasse firme e alcançasse essa importante conquista, mantendo-me sempre firme diante dos obstáculos que enfrentei durante a jornada de estudo.

A minha família, em especial à minha mãe, Ana Joana de Sousa, que é minha inspiração educacional e profissional, dentro e fora de casa, e que se orgulha em saber que todos os seus três filhos terão curso superior. Ao meu pai, Pedro José da Silva, pelos ensinamentos de trabalho, dedicação, força e sobre o que é certo. E aos meus irmãos, Ricardo Mariano e Joana D'Arcc, pelo apoio e por toda a ajuda que me foi dada para a minha formação. E aos demais familiares e amigos que me incentivaram nesse objetivo.

Aos professores que, de forma direta, contribuíram para minha formação acadêmica e pessoal. Em especial, ao meu orientador, Francisco de Assis Pereira Neto, pela contribuição na execução deste trabalho; suas orientações contribuíram de forma bastante significativa.

Ao IFPI Campus Picos, pela disponibilidade do curso e pela oportunidade de poder realizá-lo. Aos meus colegas de sala de aula, pelas informações compartilhadas e pelas amizades formadas no decorrer do curso.

Agradeço ao Programa de Bolsa Permanência pela contribuição para a minha permanência, com o apoio financeiro, educativo e incentivo na minha graduação, ofertada para que alunos quilombolas consigam concluir seu curso superior, contribuindo para o aumento do número desses alunos com nível de ensino superior.

RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso tem como objetivo investigar a qualidade da água do poço jorrante de Santa Cruz do Piauí, focando na análise de parâmetros físico-químicos, como pH, alcalinidade e presença de sulfetos, que podem impactar a saúde dos usuários em atividades de lazer. A pesquisa foi fundamentada em uma revisão bibliográfica que abordou recursos hídricos, normas e padrões de qualidade, propriedades físico-químicas da água e características hidrogeológicas da região. A metodologia consistiu em quatro etapas: coleta de amostras, medição do pH, análise de alcalinidade e análise de sulfetos. A amostra foi analisada no laboratório do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFPI, Campus Picos. Os resultados mostraram que o pH da água era de 7,0, dentro da faixa permitida pela Portaria nº 888/2021. A análise de alcalinidade revelou um valor de 420 mg/L de CaCO_3 , que excede o limite regulamentar de 20 a 200 mg/L, indicando potenciais riscos à saúde, como problemas digestivos. Por outro lado, a análise de sulfetos não detectou a presença desses íons, sugerindo que a água estava isenta de riscos associados a esses compostos. As conclusões ressaltam a eficácia da metodologia aplicada e a importância de monitorar a qualidade da água utilizada pela população. Os resultados evidenciam a necessidade de controle rigoroso sobre os parâmetros químicos e físicos da água, essencial para garantir a saúde pública e a preservação ambiental, além de fornecer informações relevantes para futuras políticas de gestão da qualidade da água. A pesquisa surtiu efeitos positivos sendo alcançados os objetivos almejados.

Palavras-chave: Água. Qualidade. Análise.

ABSTRACT

This course completion work aims to investigate the quality of water from the jorrante well in Santa Cruz do Piauí, focusing on the analysis of physical-chemical parameters, such as pH, alkalinity and presence of sulfides, which can impact the health of users in leisure activities. The research was based on a bibliographical review that addresses water resources, norms and quality standards, physical-chemical properties of water and hydrogeological characteristics of the region. The methodology consists of four steps: sample collection, pH measurement, alkalinity analysis and sulfide analysis. The sample was tested in the laboratory of the Federal Institute of Education, Sciences and Technology – IFPI, Campus Picos. The results demonstrated that the pH of the water was 7.0, within the range permitted by Ordinance nº 888/2021. An alkalinity analysis revealed a value of 420 mg/L CaCO_3 , which exceeds the regulatory limit of 20 to 200 mg/L, posing potential health risks such as digestive problems. On the other hand, the sulfide analysis did not detect the presence of these ions, indicating that the water was free from risks associated with these compounds. The suggestions highlight the effectiveness of the methodology applied and the importance of monitoring the quality of the water used by the population. The results highlight the need for specific control over the chemical and physical parameters of water, essential to guarantee public health and environmental preservation, in addition to providing relevant information for future water quality management policies. The research had positive effects and achieved the desired objectives.

Keywords: Water. Quality. Analysis.

LISTA DE INLUSTRAÇÕES

Figura 1 - Coleta da amostra de água.....	12
Figura 2 - Medição do pH da amostra.....	13
Figura 3 - Resultado da medição do pH da amostra.....	15

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. PROBLEMA DA PESQUISA.....	4
3. OBJETIVOS.....	5
3.1. OBJETIVO GERAL.....	5
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
4. JUSTIFICATIVA.....	6
5. REVISÃO BIBLIOGRAFICAS.....	7
5.1. RECURSOS HÍDRICOS:	7
5.2. NORMAS E PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA:.....	8
5.3. PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA:.....	9
5.4. SULFETOS NA ÁGUA:	10
5.5. CARACTERÍSTICA HIDROGEOLOGIA DA REGIÃO:.....	11
6. METODOLOGIA DA PESQUISA.....	12
6.1 COLETA DA AMOSTRA.....	12
6.2. MEDIÇÃO DO PH	12
6.3. ANÁLISE DE ALCALINIDADE	13
6.4. ANÁLISE DE SULFETOS.....	14
7. RESULTADOS E DISCURÇÃO.....	15
7.1 MEDIÇÃO DE PH	15
7.2 ANÁLISE DA ALCALINIDADE.	16
7.3 ANÁLISE DE SULFETOS.....	17
8. CONCLUSÃO.....	18
REFERÊNCIAS.....	19

1. INTRODUÇÃO

A água é um bem vital e necessário no dia a dia do ser humano. Em diversos momentos, o homem utiliza o recurso hídrico em várias de suas atividades, dentre elas destaca-se o lazer. A água é associada à diversão, seja em locais de banhos públicos ou em encontros de amigos. Sendo assim, é essencial um estudo de qualidade da água, pois o contato direto com uma água de péssima qualidade pode oferecer riscos à saúde, tratando-se, portanto, de um assunto de saúde pública.

A hidrosfera cobre 73% da superfície terrestre, sendo a água também um componente crucial da atmosfera e do ambiente terrestre. Nos oceanos, encontram-se 97% da massa total de água do planeta. Apenas 3% dos recursos hídricos da Terra são água doce, embora sua importância seja muito maior do que sua contribuição quantitativa (GEO BRASIL, 2007). Três quartos da água doce estão armazenados em camadas de gelo polar e geleiras de montanhas, com 90% dessa água localizada na camada de gelo continental da Antártica. A água subterrânea representa 20% da água doce e é amplamente utilizada para fins industriais, de irrigação e uso doméstico. Apenas 1% da água doce está disponível na forma superficial, como rios, córregos e lagos, o que corresponde a 0,03% da água total do planeta (VANLOON; DUFFY, 2000).

Palhares (2004) definiu a água mineral como aquela que contém uma variedade de substâncias minerais e gases dissolvidos em sua composição natural, adquiridos durante seu processo de percolação no solo. A concentração e o tipo desses minerais são fatores determinantes para a classificação da água, que pode ser categorizada como alcalina, sulfurosa, salobra, ácida ou magnésiana. Cada uma dessas classificações indica características específicas que atribuem à água propriedades terapêuticas e medicinais, sendo amplamente utilizada para tratamentos de saúde, terapias naturais e como fonte de bem-estar físico e mental, devido aos seus potenciais benefícios ao organismo humano.

A qualidade da água destinada à recreação é definida pelo tipo de interação entre o usuário e a água, podendo ter o contato primário, que envolve atividades nas quais há contato direto do usuário com a água, incluindo a possibilidade de ingestão (WAGNER; ROBERTO, 2017). Sendo assim, pode causar riscos graves à saúde,

mesmo com o aviso, através de um descuido que pode levar à ingestão dessa água de forma acidental.

A caracterização físico-química da água visa identificar e quantificar os elementos e espécies iônicas presentes nesses líquidos, bem como associar suas propriedades às questões ambientais. Isso possibilita a compreensão dos processos naturais e das mudanças no meio ambiente. Conhecer as propriedades físicas e químicas de átomos e moléculas, bem como suas interações, ajuda a determinar quais substâncias, e em que níveis, elas podem ser prejudiciais aos ecossistemas e à saúde humana. Os níveis encontrados nas amostras são comparados com padrões estabelecidos em portarias e resoluções legais, que orientam os laboratórios na elaboração de seus laudos. Para realizar essas determinações, utilizam-se técnicas analíticas avançadas que permitem a identificação e quantificação precisa dos componentes presentes nas amostras com alta sensibilidade (PARRON, L. M. et al., 2011).

As atividades aquáticas proporcionam inúmeros benefícios, tanto físicos quanto psicológicos, especialmente em um cenário onde o sedentarismo e o estresse estão se tornando cada vez mais comuns. Com o aumento do uso de piscinas devido aos benefícios para a saúde que essas atividades podem oferecer, além da procura por locais de lazer, torna-se essencial realizar estudos e fiscalizações sobre a qualidade físico-química e microbiológica da água das piscinas recreativas para garantir a saúde e o bem-estar dos banhistas (DUARTE; VASCONCELOS, 2006).

As principais formas de utilização da água para fins de lazer incluem o lazer contemplativo, a pesca, a navegação e o contato direto com as águas. É importante destacar que a definição comum de lazer é particularmente relevante para a discussão aqui proposta. Lazer é frequentemente associado a atividades realizadas após o expediente de trabalho, após o cumprimento das obrigações diárias. No entanto, o lazer é, às vezes confundido com o ócio, que é visto como "não fazer nada". Essas interpretações, embora diferentes, não capturam completamente o verdadeiro significado do conceito de lazer. A palavra "lazer" tem origem no latim, onde designa algo que é lícito ou permitido (WAGNER A. L. & ROBERTO de J., 2017).

O poço jorrante de Santa Cruz do Piauí é uma atração local que proporciona lazer e recreação à comunidade. Um estudo sobre a qualidade da água utilizada para esses fins é de extrema importância para o conhecimento do banhista, especialmente no que diz respeito à presença de substâncias químicas como os sulfetos, já que a

água do local é considerada quente e a presença dessas substâncias indica uma temperatura elevada da água.

2. PROBLEMA DA PESQUISA

Apesar da popularidade do poço jorrante para atividades recreativas, há uma lacuna no conhecimento sobre a qualidade físico-química da água, especificamente em relação aos níveis de sulfetos. Esses compostos podem indicar a presença de poluentes e afetar a saúde dos usuários. Portanto, é crucial avaliar se a água está dentro dos padrões de segurança e se oferece riscos à saúde pública. Qual é a qualidade físico-química da água do poço jorrante de Santa Cruz do Piauí, com foco na análise de pH, alcalinidade e presença de compostos específicos, como sulfetos?

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

- Realizar uma análise físico-química na amostra de água coletada poço jorrante localizado na cidade de Santa Cruz do Piauí;

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o potencial de Hidrogênio e alcalinidade da água;
- Analisar se há sulfetos presente na amostra;
- Comparar os resultados obtidos com os padrões de potabilidade exigidos na legislação.

4. JUSTIFICATIVA

O estudo da água utilizada em piscinas é fundamental para garantir a segurança e a saúde dos usuários. O poço jorrante em Santa Cruz do Piauí é uma fonte importante de água para abastecer essa piscina. Contudo, o pH e a alcalinidade fora dos padrões estabelecidos, e a presença de sulfetos na água pode representar um problema de qualidade e segurança para os banhistas (BRASIL, 2021).

Para avaliar a adequação dessa água para uso em piscinas, é necessário realizar uma análise físico-química. Elevadas concentrações desses compostos podem não apenas causar odores desagradáveis, mas também representar riscos à saúde dos usuários. Portanto, é crucial entender a extensão dessa contaminação e seu impacto na qualidade da água.

Além disso, a análise dos sulfetos na água pode fornecer informações importantes para a implementação de medidas de controle e tratamento da água da piscina, garantindo uma experiência segura e agradável para os usuários (ANVISA, 2003). Compreender a presença e a concentração de sulfetos na água é essencial para cumprir as normas de saúde e segurança.

Portanto, o presente projeto tem como justificativa o estudo detalhado da análise físico-química na água do poço jorrante, necessário para proteger a saúde pública e garantir um ambiente seguro para os frequentadores da piscina.

5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICAS

5.1. RECURSOS HÍDRICOS:

Água subterrânea é aquela que preenche os poros e fraturas das formações geológicas conhecidas como aquíferos. No entanto, nem toda água localizada no subsolo é classificada dessa maneira, já que existe uma distinção entre a água subterrânea e aquela presente no lençol freático, que é chamada de água do solo. Geralmente, as águas subterrâneas ficam armazenadas em formações de rochas sedimentares que são porosas e permeáveis, ou em rochas fraturadas que, apesar de não serem porosas, permitem a acumulação de água (TELLES, 2013).

Em diversas circunstâncias, a forma mais eficaz de captar água de uma formação aquífera é por meio de poços tubulares. Esses poços, devido ao tipo de revestimento utilizado, são comumente referidos como "poços artesianos" ou "poços profundos" (VASCONCELOS, M. B., 2015).

O "artesianismo" refere-se ao fenômeno em que o nível da água em um poço se eleva devido à pressão existente no aquífero confinado. Quando essa pressão faz com que a água suba naturalmente acima da superfície do solo, o poço é considerado jorrante. Se a água não alcançar a superfície, o poço é classificado como não jorrante. Vale destacar que o fluxo de água em poços artesianos jorrantes pode ser temporário, pois a pressão no aquífero confinado pode diminuir rapidamente com a exploração. Assim, um poço que inicialmente é jorrante pode se tornar não jorrante com o tempo (VASCONCELOS, M. B., 2015).

Os usos da água podem ser classificados em três categorias principais: consuntivos, não consuntivos e locais. Os usos consuntivos são aqueles que envolvem a retirada da água do corpo hídrico, resultando em uma diminuição da sua disponibilidade local e temporal. Os usos não consuntivos, por outro lado, são aqueles em que o volume de água retirado retorna à fonte de suprimento, sem causar perda significativa de água. Já os usos locais referem-se à utilização da água diretamente no corpo hídrico, sem que haja uma alteração significativa na sua disponibilidade. (DERÍSIO, 2007; LANNA, 2001).

No entanto, em algumas atividades não consuntivas e locais, mesmo sem ocorrer perdas quantitativas nos corpos d'água, a água pode ser contaminada devido a certos usos. Conforme observado por Meybeck e Helmer (1996), atividades como

navegação e recreação, embora não alterem o regime hidrológico do ambiente aquático, podem levar à deterioração da qualidade da água.

Cada uso atribuído aos corpos d'água requer padrões específicos de qualidade, pois os níveis de qualidade necessários variam conforme a finalidade pretendida (VON SPERLING, 2005). No entanto, Derísio (2007) enfatiza que, independentemente da finalidade, a qualidade da água deve prioritariamente atender às exigências de saúde pública. Além disso, é essencial considerar que, para garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos, a manutenção de padrões adequados de qualidade da água também é fundamental para a preservação dos ecossistemas aquáticos e para assegurar o bem-estar das comunidades que dependem desses recursos.

5.2. NORMAS E PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA:

A água contém uma ampla variedade de elementos e substâncias químicas, cuja principal fonte é o intemperismo natural das rochas. Esse processo ocorre quando o fluxo de água dissolve minerais, transportando íons dissolvidos para rios e oceanos, onde eventualmente se incorporam aos sedimentos. Contribuições humanas para a composição química dos corpos d'água incluem íons e substâncias solúveis provenientes de atividades industriais, mineração, despejos de esgoto e outros resíduos. Além disso, quantidades menores de substâncias podem advir da precipitação atmosférica, como ácido nítrico (HNO_3) e ácido sulfúrico (H_2SO_4), oriundos da emissão de gases, cloreto de sódio (NaCl) dos oceanos e pequenas concentrações de outras substâncias (PARRON, L. M. et al., 2011).

A Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde estabelece os procedimentos para controle e vigilância da qualidade da água destinada ao consumo humano, bem como os critérios de potabilidade. De acordo com essa regulamentação, a água potável é aquela que atende aos padrões legais de potabilidade, sem representar riscos à saúde (DA SILVA JUNIOR et al., 2021). Nesse sentido, uma água é considerada potável quando se enquadra nos parâmetros organolépticos e físico-químicos definidos pela lei (BRASIL, 2021).

Devido à capacidade da água de transmitir uma ampla gama de doenças, o desconhecimento sobre sua qualidade pode representar um risco significativo para a saúde de indivíduos que a consomem ou a utilizam de maneira recreativa, como para

banhos e outras atividades de contato direto. A falta de monitoramento adequado da qualidade da água pode levar à exposição a metais pesados e outros contaminantes, aumentando a probabilidade de surtos de doenças de veiculação hídrica, especialmente em áreas com baixa vigilância sanitária. (FONSECA F. R. & VASCONCELOS C. H., 2011).

5.3. PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA:

A atualização dos parâmetros físico-químicos é essencial para o monitoramento contínuo da qualidade da água, pois esses processos fornecem indicadores cruciais para o tratamento adequado e a melhoria de aspectos como a aparência, sabor e segurança da água (DA SILVA JUNIOR et al., 2021). Entre esses parâmetros, o estudo do pH se destaca, uma vez que a determinação de se a água é ácida ou básica é de grande importância, especialmente no setor de distribuição de água potável. No abastecimento público, o pH influencia diretamente processos como coagulação, floculação e controle da desinfecção, impactando na eficiência e segurança do tratamento da água. Em conformidade com a Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde, o pH da água destinada ao consumo humano deve manter-se na faixa de 6,0 a 9,0 no sistema de distribuição, garantindo a qualidade e minimizando riscos à saúde da população (BRASIL, 2021).

Certos constituintes presentes na água, como cálcio, magnésio, ferro e iodo, são fundamentais para a saúde e o desenvolvimento dos seres vivos, desempenhando papéis essenciais na estrutura e função do organismo. Por outro lado, diversos elementos e compostos, como ferro, manganês e sulfatos, podem alterar significativamente o sabor da água, tornando-a desagradável ao consumo. A combinação de sódio com cloro, por exemplo, resulta em um gosto salgado, enquanto o cálcio e o magnésio, quando combinados com carbonato, bicarbonato ou sulfato, formam precipitados que podem prejudicar determinados usos da água, como na indústria e em sistemas de tratamento. (PARRON, L. M. et al., 2011).

Entre os contaminantes mais relevantes em termos de impacto negativo à saúde humana, destacam-se o flúor, o nitrato e o sódio. Concentrações de flúor entre 0,6 e 0,8 mg/L são benéficas, especialmente para a proteção dental em crianças, auxiliando na prevenção de cáries. No entanto, quando os níveis de flúor ultrapassam

1,5 mg/L, o composto torna-se tóxico, podendo causar fluorose dental e outros problemas de saúde (BRASIL, 2004).

Já o sódio, em concentrações acima de 20 mg/L, pode ser prejudicial à saúde, particularmente para pessoas com hipertensão, agravando problemas de pressão arterial. Além disso, o excesso de nitrato (maior que 10 mg/L) e nitrito (maior que 1,0 mg/L) na água pode causar metahemoglobinemia em crianças, uma condição conhecida como "síndrome do bebê azul", em que o nitrato reage com o oxigênio presente no sangue, diminuindo a capacidade da hemoglobina de transportar oxigênio aos tecidos, o que pode ser fatal se não tratado adequadamente. Esses riscos evidenciam a importância do controle rigoroso da qualidade da água para consumo humano, visando garantir sua potabilidade e segurança (BRASIL, 2005).

5.4. SULFETOS NA ÁGUA:

O sulfato é um ânion amplamente encontrado na natureza, presente em águas naturais com concentrações bastante variadas. Nas águas subterrâneas, sua presença ocorre devido à dissolução de solos e rochas, como o gesso (CaSO_4) e o sulfato de magnésio (MgSO_4), além da oxidação de sulfetos. Outras formas químicas de sulfato que podem ser encontradas nas águas subterrâneas incluem BaSO_4 , Na_2SO_4 , SrSO_4 e K_2SO_4 . (VASCONCELOS, M. A., & DE OLIVEIRA, I. B., 2018).

As águas termais contêm, em sua composição, diversos elementos químicos, sendo os principais o sulfato, cloro, cálcio, silício, magnésio e selênio. Pesquisas indicam que águas termais ricas em selênio oferecem grandes benefícios, especialmente no combate aos radicais livres e devido às suas propriedades anti-inflamatórias. Já as águas que possuem alta concentração de sulfatos estão associadas a efeitos positivos em função de suas atividades antimicrobianas (FAÍLDE, R., MOSQUEIRA, L., 2006).

As águas termais classificadas como sulfurosas se destacam por apresentarem temperaturas elevadas e altos teores de enxofre, o que lhes confere características únicas em comparação com outros tipos de águas minerais. Devido a essas propriedades, elas são amplamente utilizadas com fins terapêuticos, atuando como coadjuvantes no tratamento de diversas condições de saúde. Além disso, contribuem para a promoção do bem-estar, melhoria da qualidade de vida e recuperação da saúde dos usuários (CAETANO, L. C., 2005).

5.5. CARACTERÍSTICA HIDROGEOLOGIA DA REGIÃO:

No poço jorrante, perfurado na localidade de Curralinho, na cota aproximada de 205 metros, foram penetrados 149 metros da Formação Serra Grande, no intervalo de 291 a 440 metros. A unidade Serra Grande é o sistema mais importante do município de Santa Cruz do Piauí. Este aquífero está presente em todo o município e ocorre confinado pelos folhelhos da Formação Pimenteiras, que estimulam pressões artesianas crescentes, progressivamente à medida que se avança para noroeste, rumo ao centro da bacia. As condições de armazenamento são ótimas e os poços apresentam excelentes produções (SOARES FILHO, A. R., 1993).

A Formação Serra Grande só é encontrada através de poços, o que torna a exploração econômica de água subterrânea uma atividade sob pressão, devido à profundidade e à qualidade da água. O contato entre as formações Serra Grande e Pimenteiras, especialmente nos vales, ocorre 200 metros abaixo do nível das chapadas. O topo da Serra Grande só será atingido a aproximadamente 300 metros. Para que a perfuração atinja uma vazão econômica, ainda será necessário atravessar 150 a 200 metros do próprio Serra Grande. A profundidade total de um poço, nos vales acima citados, deverá ficar entre 450 e 500 metros (SOARES FILHO, A. R., 1993).

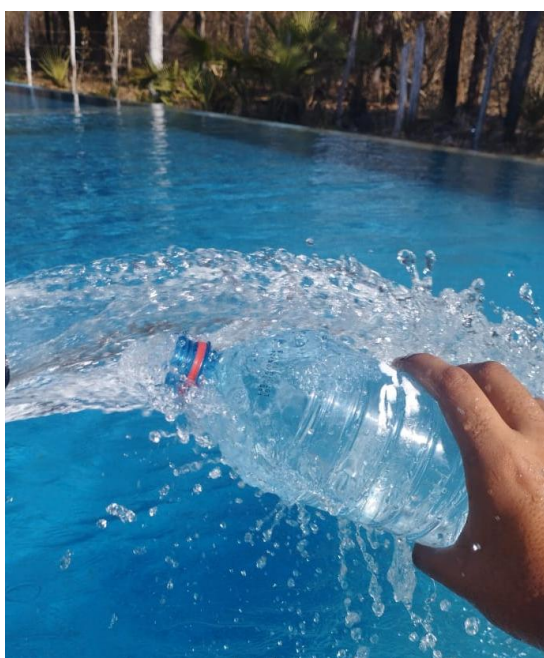
6. METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia foi realizada em 4 etapas a primeira foi a coleta da amostra logo em seguida a medição do pH, análise da alcalinidade e análise de sulfetos.

6.1 COLETA DA AMOSTRA.

A coleta da amostra ocorreu no dia 16 de setembro de 2024, às 15 horas e 40 minutos, no poço jorrante localizado na cidade de Santa Cruz do Piauí. Foram coletados 1,5 litros de água como amostra. O processo de coleta foi realizado de maneira cuidadosa, seguindo os protocolos adequados para garantir a representatividade e a integridade da amostra. Logo após a coleta, a amostra foi devidamente transportada para o laboratório de Química do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia – Campus Picos, para a realização das análises dos parâmetros de qualidade da água, como pH, alcalinidade e a presença de sulfetos.

Figura 1 - Coleta da amostra de água.



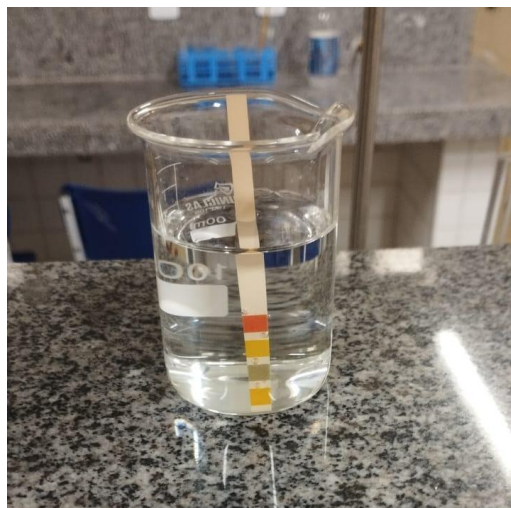
Fonte: Autoria própria.

6.2. MEDIÇÃO DO PH

Para medir o pH, foi utilizado o papel de tornassol, um método prático, econômico e eficiente. Esse método baseia-se na mudança de cor do papel quando entra em contato com a substância testada, proporcionando uma indicação rápida

sobre a natureza da solução, se ela é ácida, neutra ou básica. Foi usada uma quantidade suficiente de água para cobrir o papel de tornassol (PARRON, L. M. et al., 2011).

Figura 2 - Medição do pH da amostra



Fonte: Autoria própria

6.3. ANÁLISE DE ALCALINIDADE

A análise de alcalinidade foi realizada por meio de titulação ácido-base, utilizando um ácido forte para reagir com os íons responsáveis pela alcalinidade. A primeira etapa mede a fração da alcalinidade causada por íons carbonato (CO_3^{2-}) e hidróxido (OH^-). Para isso, foi feita a preparação da amostra, medindo um volume de 100 mL da amostra de água e colocando-a em um erlenmeyer. Logo em seguida, foram adicionadas 3 gotas de fenolftaleína. A solução pode permanecer incolor, significando que não há alcalinidade de carbonatos e hidróxidos, ou rosa, indicando a presença de alcalinidade dos mesmos (ANVISA, 2003).

A segunda etapa mede a alcalinidade total, incluindo bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2-}) e hidróxidos (OH^-). Para isso, foram adicionadas 3 gotas de alaranjado de metila. Logo em seguida, a titulação foi realizada com a solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4) até a mudança de cor do amarelo para laranja salmão, o que indica que os bicarbonatos (HCO_3^-) foram neutralizados. Após a titulação, partiu-se para o cálculo, onde a quantidade de ácido usada até o ponto de viragem corresponde à alcalinidade total. Após a determinação dos volumes de ácido utilizados, pode-se calcular a alcalinidade em termos de mg/L de CaCO_3 (carbonato de cálcio), que é a forma comum de expressar os resultados (ANVISA, 2003). A fórmula é:

$$\text{Alcalinidade (mg/L de CaCO}_3\text{)} = \left(\frac{\text{Vácido} \times N \times 50,000}{V_{\text{amostra}}} \right)$$

Vácido = Volume de ácido consumido durante a titulação (em mL);

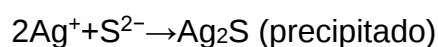
N = Normalidade do ácido (em eq/L);

Vamostra = Volume da amostra de água (em mL);

50,000 = Fator de conversão para expressar a alcalinidade em termos de CaCO_3 .

6.4. ANÁLISE DE SULFETOS

Na análise de sulfetos, foi utilizada a titulação com nitrato de prata. Primeiro, foi feita a preparação da solução de nitrato de prata, dissolvendo 0,8 g de AgNO_3 em 500 mL de água destilada para obter uma concentração de 0,01 M. Logo em seguida, foram preparados 100 mL da amostra de água a ser analisada com uma proveta e transferidos para um béquer limpo. Verificou-se o pH da amostra, ajustando-o para uma faixa entre 4 e 7, utilizando ácido sulfúrico (H_2SO_4) diluído a 0,1 M. Para a adição da solução de nitrato de prata, colocou-se o béquer com os 100 mL da amostra sob uma bureta contendo a solução de nitrato de prata. Adicionou-se a solução de nitrato de prata lentamente, gota a gota, enquanto se agitava suavemente a amostra, observando a formação de um precipitado negro de sulfeto de prata (Ag_2S), conforme a reação abaixo: (PARRON, L. M. et al., 2011).



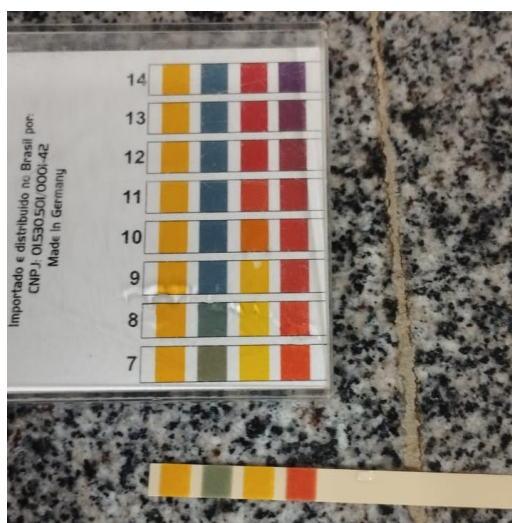
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação de possíveis alterações na qualidade da água do poço jorrante foi realizada com base na comparação das médias obtidas a partir dos dados quantitativos da amostra coletada com os valores máximos permitidos pela Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde. Esse procedimento permitiu identificar se os parâmetros analisados, como pH, alcalinidade e presença de compostos específicos, como sulfetos, estavam dentro dos limites estabelecidos de potabilidade para o consumo humano.

7.1 MEDIÇÃO DE PH

Para a medição do pH com papel de tornassol obteve-se como resultado pH igual a 7,0. Conforme indicado na imagem.

Figura 3 - Resultado da medição do pH da amostra



Fonte: Autoria própria

Isso indica que o valor de pH observado está dentro dos parâmetros permitidos pela Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde, que estabelece uma faixa aceitável de pH entre 6,0 e 9,5 para a qualidade da água destinada ao consumo humano (BRASIL, 2021). A manutenção do pH dentro dessa faixa é crucial, pois a acidez ou alcalinidade da água pode impactar diretamente sua qualidade, afetando tanto a saúde humana quanto os ecossistemas aquáticos. O pH fora dessa faixa pode alterar o comportamento de substâncias químicas presentes na água, potencializando a toxicidade de certos compostos, como os metais pesados, que se tornam mais

solúveis em condições ácidas ou alcalinas extremas (PIVELI, R. P. & KATO, M. T., 2005).

7.2 ANÁLISE DA ALCALINIDADE.

Ao realizar o primeiro teste de alcalinidade, utilizando fenolftaleína como indicador, observou-se que a amostra de água permaneceu incolor, sem qualquer mudança de cor. Esse resultado indica a ausência de íons carbonato (CO_3^{2-}) e hidróxido (OH^-), que são normalmente identificados por uma mudança de cor para rosa em meio alcalino. A incoloração da amostra sugere que esses íons não estão presentes em quantidades significativas ou estão completamente ausentes, eliminando a possibilidade de alta alcalinidade desses componentes específicos.

No entanto, no segundo teste, que avalia a alcalinidade total, abrangendo a presença de íons carbonato (CO_3^{2-}), hidróxido (OH^-) e bicarbonato (HCO_3^-), os resultados foram diferentes. Ao adicionar três gotas de alaranjado de metila e titular a amostra com ácido sulfúrico, foi observada uma mudança de cor de amarelo para laranja-salmão. Essa mudança indica a presença de bicarbonatos (HCO_3^-) na amostra, que são um dos principais contribuintes para a alcalinidade total da água. Pode-se calcular a alcalinidade em termos de mg/L de CaCO_3 , expresso por:

$$\text{Alcalinidade (mg/L de CaCO}_3) = \left(\frac{\text{Vácido} \times N \times 50,000}{V_{\text{amostra}}} \right)$$

Que convertendo pelos valores obtidos na análise fica:

$$\text{Alcalinidade (mg/L de CaCO}_3) = \left(\frac{4,2 \times 0,2 \times 50,000}{100} \right)$$

Fazendo a multiplicação e a divisão fica:

$$\text{Alcalinidade (mg/L de CaCO}_3) = 420$$

Como resultado, temos 420 mg/L de CaCO_3 , indicando que o valor de alcalinidade total observado está fora dos parâmetros permitidos pela Portaria nº 888/2021, que estabelece uma faixa de 20 a 200 mg/L (BRASIL, 2021). Assim, o valor é muito elevado em relação ao permitido, podendo causar sintomas como náuseas e confusão, interferindo na digestão ao reduzir a acidez estomacal necessária para uma

boa digestão, afetando a absorção de nutrientes e minerais, e sobrecarregando os rins, especialmente em pessoas com problemas renais. Além disso, pode ajudar a melhorar a hidratação e apresentar propriedades antioxidantes (NOGUEIRA DE ALMEIDA, C. A. & RIBAS FILHO, D., 2022).

7.3 ANÁLISE DE SULFETOS

Ao realizar a análise de sulfetos, durante a adição do nitrato de prata, não foi possível observar a formação de um precipitado preto característico da presença de íons sulfeto. Em vez disso, a amostra apresentou uma coloração branca, sugerindo que não houve reação com sulfetos. Esse resultado indica a ausência de íons sulfetos na amostra analisada, o que pode ser explicado pelo fato de a água coletada não conter esses íons em concentrações detectáveis por esse método.

A reação com o nitrato de prata é amplamente utilizada para a identificação de íons sulfeto, uma vez que, na presença deles, forma-se sulfeto de prata, um composto de cor preta. A ausência dessa precipitação aponta para a inexistência ou concentração insignificante de sulfetos na amostra. Esse fato pode estar relacionado tanto às características naturais da água do poço quanto a processos físicos e químicos que ocorrem no ambiente ao redor. Ainda assim, é importante considerar que outros fatores podem interferir no resultado, como a presença de substâncias que poderiam mascarar a reação ou a possível degradação de íons sulfetos durante o transporte e armazenamento da amostra.

Em razão da ausência de identificação dos íons sulfeto, a qualidade da água, portanto, está em conformidade com a Portaria nº 888/2021, que estabelece o padrão de até 250 mg/L de sulfetos e de 0,1 a 0,5 mg/L de sulfeto de hidrogênio (H_2S) (BRASIL, 2021). Sendo assim, a água é própria para o consumo diário, livre de odores e do risco de corrosão, tornando-se segura. Em altas concentrações, no entanto, pode ser prejudicial, apresentando cheiro e sabor desagradáveis, além de problemas digestivos e toxicidade. Em baixas concentrações, pode ter propriedades terapêuticas, como aliviar dores e problemas de pele (FAÍLDE, R.; MOSQUEIRA, L., 2006).

8. CONCLUSÃO

Portanto, conclui-se que a metodologia desenvolvida foi eficaz na identificação da alcalinidade e do pH da água, parâmetros fundamentais para avaliar a qualidade da mesma. No entanto, em relação à detecção de sulfetos, o resultado final não foi o esperado, apresentando um teste negativo.

As análises realizadas permitiram identificar e quantificar diversos critérios de qualidade da água, proporcionando uma visão mais abrangente sobre a composição química da água utilizada pela população diariamente para atividades de lazer, como banho e natação. Essas informações são de extrema importância para conscientizar e alertar a população sobre os riscos potenciais associados ao uso dessa água, especialmente no que diz respeito à exposição a possíveis contaminantes que possam comprometer a saúde humana e o meio ambiente.

Dessa forma, foi possível atingir os objetivos propostos, garantindo êxito nas análises realizadas. O trabalho contribuiu para o monitoramento da qualidade da água e reforça a importância de se manter um controle rigoroso sobre os parâmetros físico-químicos da água que é utilizada pela população. Esse tipo de monitoramento é essencial para assegurar a saúde pública e a preservação ambiental, além de fornecer subsídios para futuras intervenções e políticas de controle da qualidade da água.

REFERÊNCIAS.

ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). (2003). Resolução RDC nº 50, de 21 de fevereiro de 2003. **Dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde.**

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde (2021). **Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017**, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria 518, de 25 março de 2004. **Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**, e dá outras providências. Diário Oficial da União [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 26 mar. 2004. Seção 1, p. 266 270.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria MS nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. **Estabelece os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.** Recuperado de: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento**, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e da outras providências. Diário Oficial [da] União da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63.

CAETANO, L.C. (2005). **A Política da Água Mineral: Uma Proposta de Integração para o Estado do Rio de Janeiro.** Tese de Doutorado - Instituto de Geociências – UNICAMP. P.331.

DA SILVA JUNIOR, A. B., GAMA, M. F. S., FIGUEIREDO, L. A. P., & VERGARA, C. M. A. C. (2021). **Análises físico-químicas e microbiológicas de água de poços utilizada na produção alimentícia em um complexo turístico do Estado do Ceará.** Research, Society and Development, 10(10), e271101018839- e271101018839

DERÍSIO, J.C. **Introdução ao controle da poluição ambiental.** 3 ed. São Paulo: Signus Editora, 2007. 191p.

DUARTE, A. A. L. S.; VASCONCELOS, J. L. C. - **Tratamento da água de piscinas públicas.** O Encontro Nacional de Saneamento Básico, 12, Cascais, Portugal, 2006” [CD-ROM]. Cascais: APESB, 2006. ISBN 978- 972-95302-8-9.

FAÍLDE, R., MOSQUEIRA, L., **Afecciones dermatológicas y cosmética dermatológica, em Técnicas y Tecnologías em Hidrología Médica e Hidroterapia.** Edição. Agencia de evaluación de tecnologías sanitarias - AETS, 2006.

FONSECA, F. R., & VASCONCELOS, C. H. **Análise espacial das doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado no Brasil**. 2011. Cad Saúde Colet. 19(4), 448-53.

GEO BRASIL: **recursos hídricos: componente da série de relatórios sobre o estado e perspectivas do meio ambiente no Brasil**. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, 2007. 264 p.

LANNA, A.E. **Gestão dos recursos hídricos**. In: TUCCI, C.E.M. (Org.). Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. p. 727-768.

MEYBECK, M.; HELMER, R. **Uma introdução à qualidade da água**. In: CHAPMAN, D. (Ed) Avaliações da qualidade da água – um guia para o uso da biota, dos sedimentos e da água no monitoramento ambiental. 2.ed. London: UNESCO/WHO/UNEP, 1996. p.19-39

NOGUEIRA DE ALMEIDA, C. A. e RIBAS FILHO D. Em 2022. **Potencial hidrogeniônico Da água E Sua Influência No Organismo Humano: Um Artigo De revisão**. Revista Internacional de Nutrologia 11 (4):16-23. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1670718>.

PALHARES, J. C. P. (2004). **Definições Técnicas – Água – Versão 1.0**. Comunicado técnico do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Concórdia-SC.

PARRON, L. M.; MUNIZ, H. de F.; PEREIRA, C. M. **Análise físico-química, Método, Propriedade físico-química, Química, Água**. Colombo, PR: Embrapa Floresta, 2011. Documentos, 232. ISSN 1980-3958

PIVELI, R. P.; KATO, M. T. **Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos**. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. 285 p.

SOARES FILHO A. R. **Projeto hidrogeológico do estado do Piauí - Santa Cruz do Piauí**. Monografia técnica. Governo do Brasil. Ministério de minas e energia. 1993

TELLES, D. D. (Org.). **Ciclo ambiental da água: da chuva à gestão**. São Paulo: Blücher, 2013.

VANLOON, G. W.; DUFFY, S. J. **Environmental chemistry: a global perspective**. New York: Oxford University Press, 2000. 492 p.

VASCONCELOS, M. B. (2015). **Poços para captação de águas subterrâneas: revisão de conceito e proposta de nomenclatura**. Águas Subterrâneas. Recuperado de <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28288>

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3.ed. Belo Horizonte: UFMG/Departamento de Engenharia Sanitária, 2005. v.1, 452p.

VASCONCELOS, M. A., & DE OLIVEIRA, I. B. (2018). **Especiação Química do Sulfato em Águas Subterrâneas do Domínio Hidrogeológico Sedimentar do Estado da Bahia - Brasil, Utilizando o Método Tableau**. *Águas Subterrâneas*, 32(2), 256–266. <https://doi.org/10.14295/ras.v32i2.29119>

WAGNER de A. L. e ROBERTO de J. **Lazer e balneabilidade: uma abordagem histórica sobre o uso recreacional das águas na sociedade** ISSN 2318-2962 *Caderno de Geografia*, v.27, n.50, 2017.