

Análise físico-química das águas dos poços semi artesianos em Vigia de Nazaré: avaliação da conformidade com padrões para consumo humano

Physicochemical analysis of water from semi-artesian wells in Vigia de Nazaré: evaluation of compliance with standards for human consumption

Michely da Silva Vilhena¹; Victor Wagner Bechir Diniz²

¹Universidade do Estado do Pará, Belém, Pará - Brasil, vilhenamichely@gmail.com

²Universidade do Estado do Pará, Belém, Pará - Brasil, victor.bechir@uepa.br

Recebido:

17 de janeiro de 2025

Recebido no formato de revisão:

28 de fevereiro de 2025

Aceito:

28 de fevereiro de 2025

Disponível online:

09 de abril de 2025

Seção:

Artigos

Palavras-chave:

Água.

Físico-químico.

Poços artesianos.

Potabilidade.

Keywords:

Water.

Physicochemical.

Artesian wells.

Potability.

<https://doi.org/10.14295/ras.v39i1.30299>



RESUMO

A avaliação da qualidade da água de poços semi artesianos que são utilizados pela população é uma questão de saúde pública. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo analisar parâmetros físico-químicos da água de poços semi artesianos próximos aos cemitérios da cidade de Vigia de Nazaré-PA, avaliando sua conformidade com padrões para consumo humano estabelecidos pela legislação brasileira. Amostras foram coletadas trimestralmente e analisadas quanto à parâmetros como: temperatura, pH, acidez, alcalinidade, cloreto, dureza, ferro e fósforo. Os resultados revelaram elevados níveis de acidez, baixa alcalinidade e variações nos teores de dureza, além de concentrações de ferro e fósforo superiores aos limites estabelecidos pela legislação. Esses indicadores apontam para uma possível contaminação ambiental, possivelmente relacionada ao processo de decomposição orgânica nas proximidades dos poços, pois estão próximos aos cemitérios. Este trabalho reforça a importância da análise criteriosa da qualidade das águas para garantia da saúde pública.

ABSTRACT

The assessment of water quality in semi-artesian wells used by the population is a public health issue. In this context, this study aims to analyze the physicochemical parameters of water from semi-artesian wells near cemeteries in the city of Vigia de Nazaré-PA, evaluating their compliance with standards for human consumption established by Brazilian legislation. Samples were collected quarterly and analyzed for parameters such as temperature, pH, acidity, alkalinity, chloride, hardness, iron, and phosphorus. The results revealed high levels of acidity, low alkalinity, and variations in hardness levels, as well as concentrations of iron and phosphorus exceeding the limits established by legislation. These indicators suggest possible environmental contamination, likely related to the process of organic decomposition near the wells, given their proximity to cemeteries. This study reinforces the importance of a thorough analysis of water quality to ensure public health.

1. INTRODUÇÃO

A água potável é uma temática de extrema relevância que merece toda atenção e destaque, pois é um recurso hídrico indispensável e é fundamental em diversos processos. Sendo essencial para todos os seres vivos, é de fundamental importância que esta seja segura e de qualidade para o consumo (BARBOSA et al., 2022). Segundo Almeida e Souza (2019), apesar dos benefícios e utilidades, a água deve estar em suas conformidades para atender aos interesses humanos.

As mazelas hídricas apresentam riscos à saúde humana e estão relacionadas à presença de agentes patogênicos ou por substâncias que afetam a qualidade da água. Os agentes patogênicos estão diretamente ligados a infecções onde a água se torna um condutor para o agente infeccioso. Já as substâncias que prejudicam a qualidade da água são orgânicas ou inorgânicas presentes com concentração superior aos padrões para o consumo humano (XAVIER, QUADROS e SILVA, 2022).

O consumo de água naturais, provenientes de rios, mananciais e poços semi artesianos, não é proibido, entretanto, a crença popular e que “se é natural não faz mal” está se tornando cada vez mais antiquada em razão do descarte impróprio de poluentes nas águas, que afeta sua pureza (ALMEIDA; SOUZA, 2019). A consumibilidade de água é requisito fundamental, em que sua análise criteriosa estabeleça a proteção da saúde pública e a sustentabilidade de tal recurso hídrico. Dessa forma, a água apropriada para determinados usos deve cumprir exigências rigorosas de qualidade (TOMAZI e DINIZ, 2024).

Conforme Richter e Netto (2017), no cotidiano, a água necessita obedecer a padrões pré-estabelecidos para o uso, devido às diversas impurezas que podem ser encontradas. Nesse contexto, as águas de aquíferos utilizadas para abastecimento e consumo é de suma importância que atendam os parâmetros de segurança e potabilidade a qual seja livre de contaminantes e adequada para consumo humano.

Constituição da água está diretamente relacionada ao ambiente por onde ela circula na natureza, por meio do ciclo hidrológico, assim como, varia em função das atividades antrópicas praticadas no ambiente por onde a água circula (BRITO, AMORIM, LEITE, 2007). Dessa forma, compreender a composição associadas a estes aquíferos alocados em determinadas áreas é de suma importância para anteceder problemas associados a composição da água.

Vigia de Nazaré, uma cidade da região nordeste do estado do Pará, com uma população de 54.100 habitantes enfrenta desafios quanto à potabilidade da água em áreas próximas aos cemitérios, devido ao risco de contaminação por agentes patogênicos e substâncias químicas. Os cemitérios representam um risco potencial para o ambiente, pois são locais de decomposição de matéria orgânica (RAIOL e OLIVA, 2019).

A monitorização regular e medidas preventivas são essenciais para garantir a segurança da água consumida pela população. Portanto, infere-se que, o objetivo desta pesquisa sobre as águas de poços em bairros próximos aos cemitérios na cidade de Vigia de Nazaré - PA, buscou compreender a potabilidade desses recursos. Pois através da análise dos parâmetros físico-químicos e permitido identificar se essas águas estão de acordo com as leis vigentes, considerando sua influência direta na saúde pública.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo está localizada no município de Vigia de Nazaré, no estado do Pará, onde foram analisados quatro poços distribuídos em diferentes pontos da cidade, com seus pontos registrados e indicados na Figura 1.

Os poços analisados estão localizados em diferentes pontos de Vigia de Nazaré. A escolha desses pontos de amostragem foi feita com base na proximidade estratégica dos poços em relação aos cemitérios situados no centro da cidade (P1, P2 e P3), somente o P4 encontra-se distante da região dos cemitérios, sendo este ponto localizado na estrada de acesso a cidade de Vigia de Nazaré-PA. A localização dos pontos de coleta é mostrada na Tabela 1.

As amostras foram coletadas em 4 momentos: Duas coletas no período de estiagem e duas no período chuvoso, em quatro pontos na região próxima aos cemitérios em Vigia de Nazaré – PA.

As amostras seguiram os padrões da Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT, 2014) e do Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água da EMBRAPA (2017) (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).

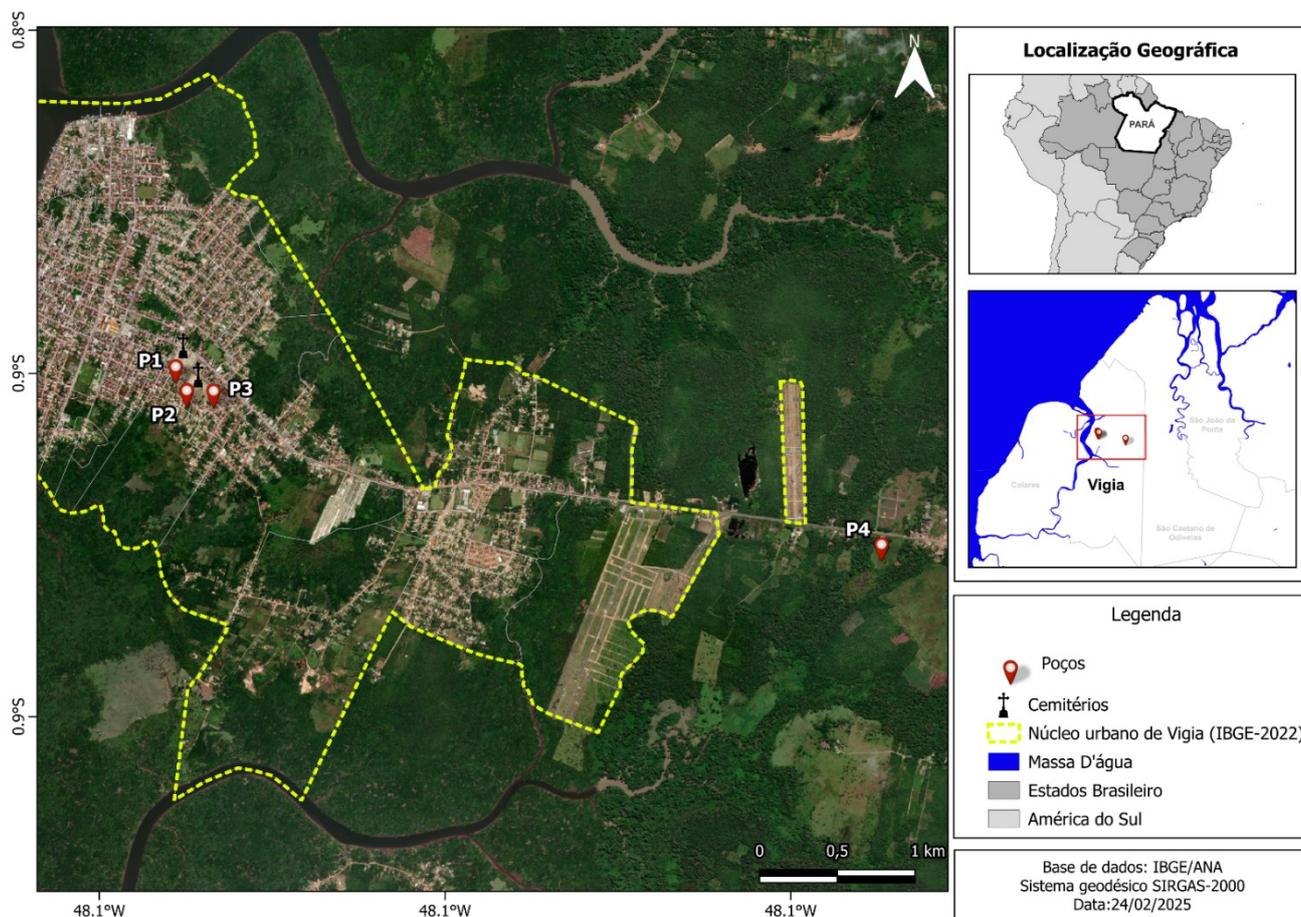


Figura 1. Localização da área de estudo e dos poços analisados

As medições de temperatura das amostras foram realizadas e registradas diretamente no campo, utilizando um termômetro de vidro com coluna de mercúrio, conforme descrito no Manual Prático de Análise de Água da FUNASA (2014).

As amostras foram levadas ao laboratório de química do Centro de Ciências Sociais e Educação da Universidade do Estado do Pará para análises de pH, usando medidor digital. A acidez foi medida por titulação com hidróxido de sódio e fenolftaleína como indicador. A alcalinidade foi obtida por titulação com ácido sulfúrico e os indicadores alaranjado de metila e fenolftaleína, de acordo com o manual de controle de qualidade de água para ETAs da FUNASA (2014).

A determinação do teor de cloreto foi conduzida utilizando o método de Mohr. A dureza total foi realizada por volumetria de complexação com ácido etilenodiaminotetracético (EDTA), a dureza cálcica, da mesma forma por determinação volumétrica por complexação com EDTA e a dureza magnésiana foi determinada de maneira indireta através da diferença entre a dureza total e a dureza cálcica (FUNASA, 2014).

O teor de ferro foi analisado pelo método do tiocianato por análise espectrofotométrica, assim como o teor de fósforo, o qual foi usado o método do azul de molibdênio (VOGEL, 1981).

Tabela 1 – Local de coletas dos poços semi artesianos em Vigia de Nazaré-PA

Poços	Localização Geográfica	Localização dos Poços
P1	0°51'33.6"S 48°08'08.1"W	Av. Dr. Marcionilo Alves nº 1335
P2	0°51'38.6"S 48°08'05.8"W	Rua Vinícios Hesketh nº 112
P3	0°51'38.7"S 48°08'00.2"W	Av. Dr. Marcionilo Alves nº 18
P4	0°52'10.9"S 48°05'41.1"W	PA 412 Km 4 s/n

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nas análises das águas dos poços semi artesianos em Vigia de Nazaré-PA, de acordo com a Tabela 1 supracitada, no qual foram comparados com a legislação brasileira vigente. Essas normativas são fundamentais para assegurar a qualidade e a segurança da água destinada ao consumo humano. As análises foram realizadas em triplicadas e as médias são apresentadas na Tabela 2, onde os desvios-padrões ficaram inferiores a 5% do valor da média.

Tabela 2 – Parâmetros físico-químico referentes às análises das águas dos poços semiartesianos de vigia de Nazaré -PA

Parâmetros	Coletas	P1	P2	P3	P4
Temperatura (°C)	1	25°C	27°C	28°C	29 °C
	2	30°C	28°C	27°C	26°C
	3	23°C	26°C	25°C	24°C
	4	27°C	29°C	28°C	29°C
pH	1	4,42	4,07	4,93	5,74
	2	3,97	4,06	4,65	5,31
	3	3,65	4,06	4,50	5,25
	4	3,71	4,02	6,19	5,38
Acidez (mgcaCO₃.L⁻¹)	1	55,17	33,10	44,62	48,46
	2	24,54	39,18	15,89	20,84
	3	70,79	39,03	36,30	18,15
	4	40,85	30,86	22,69	29,05
Alcalinidade (mgcaCO₃.L⁻¹)	1	N. D	0,54	N. D	N. D
	2	N. D	N. D	4,14	2,48
	3	N. D	N. D	N. D	N. D
	4	N. D	N. D	5,51	1,84
Cloreto (mgCl⁻¹. L⁻¹)	1	33,35	22,63	22,63	4,75
	2	22,86	29,68	33,10	9,21
	3	19,89	23,38	12,91	N. D
	4	54,59	47,77	88,72	13,65
Dureza total (mgcaCO₃.L⁻¹)	1	30,63	22,64	35,96	4,00
	2	28,67	39,88	76,03	4,99
	3	43,38	27,27	47,10	6,20
	4	38,08	32,13	58,31	3,57
Dureza Magnésiana (mgcaCO₃.L⁻¹)	1	13,31	6,66	11,98	4,00
	2	7,48	9,97	7,48	4,99
	3	9,91	4,96	12,39	6,20
	4	11,9	4,76	14,28	3,57
Dureza Cálcica (mgcaCO₃.L⁻¹)	1	17,32	15,98	23,98	N. D
	2	21,19	29,91	68,55	N. D
	3	33,47	22,31	34,71	N. D
	4	26,18	27,37	44,03	N. D
Ferro (mg Fe. L⁻¹)	1	0,420	0,352	0,327	0,310
	2	0,873	1,115	0,630	0,873
	3	N. D	N. D	N. D	N. D
	4	0,12	0,06	0,15	0,07
Fósforo (mg P.L⁻¹)	1	0,035	0,028	0,020	0,020
	2	0,038	0,038	0,042	0,042
	3	0,020	0,024	0,028	0,028
	4	0,070	0,080	0,073	0,073

Fonte: elaborado pelo autor.

As amostras foram coletadas em períodos sazonais permitindo obter uma variação nos parâmetros físico-químico das águas dos poços semi artesianos. As duas primeiras análises foram realizadas no período chuvoso e as duas últimas foram no período de seca, possibilitando identificar as alterações nos dados obtidos ao longo dessas diferentes fases climáticas.

As variações de temperatura fazem parte do regime climático, podendo ser influenciadas pela latitude, altitude, estações do ano, período do dia e taxas de fluxo e profundidade (NOWACKI e RANGEL, 2014). A variação da temperatura com a estiagem ou a estação chuvosa pode afetar negativamente a qualidade da água.

Nesse contexto, as análises registraram variações de temperatura entre 23°C e 30°C, algumas temperaturas estão em conformidade com os de Santos et al., (2024), que em seus estudos o índice temperatura nos poços semiaresianos obteve-se variaram de 28°C a 32°C. Sobre esse viés, as oscilações podem ser atribuídas às condições climáticas específicas da região, que influenciam diretamente os parâmetros de temperatura nas amostras coletadas destacando a influência de fatores como sazonalidade nos sistemas aquáticos.

Silva (2020) destaca que os poços próximos ao cemitério são impactados por contaminantes, provavelmente devido à infiltração de necrochorume e à decomposição orgânica. Esse impacto se reflete nos valores alterados de pH das amostras analisadas, indicando maior acidez na água.

Nas análises de pH realizadas nesses estudos, foi observada uma variação entre 3,65 e 6,19, valores que estão fora da faixa recomendada pela Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde, a qual estabelece o intervalo de 6,0 a 9,5 para garantir a potabilidade da água.

É notório que as águas dos poços analisados evidenciam um índice de acidez muito elevado, o que pode comprometer a qualidade da água e representar riscos à saúde humana, desde irritações leves até condições mais graves. Esses dados reforçam a hipótese do estudo de Silva (2020), que sugere que a atividade do cemitério está diretamente relacionada ao índice elevado de acidez, evidenciando a contaminação da água nos locais de coleta. O alto teor de acidez na água potável indica a contaminação desse recurso propiciando por alguma substância química acarretando mazelas a saúde de quem a consome. Os parâmetros de acidez das amostras coletadas, conforme mostrado na Tabela 1, revelaram que P1, P2, P3 e P4 configura um valor superior ao permitido pela legislação vigente a qual as amostras obtiveram variação entre 15,89 e 70,79 mg.L⁻¹, indica uma contaminação significativa, uma vez que esses valores estão bem acima do limite estabelecido pela Portaria nº 2.914/ 2011 do Ministério da Saúde, que estabelece que o índice de acidez deve ser inferior a 10 mg.L⁻¹.

Nesse viés, os pontos adjacentes aos cemitérios podem estar contaminados decorrente ao alto índice de acidez causada pela decomposição dos corpos sepultados.

A alcalinidade é uma variável que expressa a capacidade da água de neutralizar ácidos (Brasil, 2013). Uma baixa alcalinidade pode acarretar várias problemáticas na potabilidade da água. Nos parâmetros de alcalinidade analisados, foi observado que algumas amostras dos poços apresentaram variação entre (não detectado) N.D e 5,51 mg.L⁻¹.

Em concordância com Filho et al. (2020), a maioria das águas naturais apresenta valores de alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg.L⁻¹ de CaCO₃, comparando esses valores com os encontrados neste estudo, verifica-se que a alcalinidade registrada está significativamente abaixo da faixa comum em águas naturais.

Esse fato pode indicar maior vulnerabilidade à acidificação e potenciais impactos na qualidade da água, reforçando a necessidade de monitoramento e controle rigoroso desses parâmetros.

Quando o sódio (Na⁺) é o cátion que mantém o equilíbrio iônico, a percepção de sabor salino pode ocorrer em concentrações de 250 mg.L⁻¹ de Cl⁻ (VOGEL, 1992). A proximidade de cemitérios em relação a residências que utilizam poços semi artesianos pode gerar preocupações acerca da qualidade da água consumida, devido à possível contaminação dos recursos hídricos. Certamente, essas problemáticas associadas à contaminação podem alterar o sabor da água e trazer riscos significativos à saúde dos moradores que dependem desse recurso em sua rotina diária. Os cloretos podem ser um indicativo de contaminação por necrochorume, considerando que altas concentrações deste composto provocam um acréscimo na quantidade de sais minerais, conferindo um sabor salgado à água (MATOS; PACHECO, 2001; VON, 2005).

Nas análises das águas coletadas dos poços semi artesianos, foram observado uma baixa concentração de cloreto, constatando o índice de cloreto não detectado (N.D) a 88,72 mg.L⁻¹. Esses valores estão dentro do limite estipulado pela portaria nº 888 de 2021 que afirma valores máximos de cloreto para potabilidade de água é de 250 mg L⁻¹, o que é um ponto positivo para potabilidade da água.

No entanto, é essencial realizar o monitoramento regular desses níveis, pois a proximidade de um cemitério, assim como outros parâmetros físico-químicos, pode influenciar significativamente a qualidade da água.

A água é considerada dura quando apresenta elevados níveis de íons cálcio (Ca²⁺) e magnésio (Mg²⁺), o que pode impactar tanto sua qualidade para consumo quanto sua utilização em atividades cotidianas. A portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde, estabelece-se para dureza o teor de 500 mg.L⁻¹ em termos de CaCO₃ com o valor máximo permitido para água potável.

O teor de dureza nas águas analisadas ao decorre desse estudo nos pontos foi observado que no ponto P1, a dureza variou de 28,67 a 43,38 mg CaCO₃/L, enquanto no ponto P2, os valores oscilaram entre 22,64 e 39,88 mg CaCO₃/L. No ponto P3, foi registrada uma variação de 35,96 a 76,03 mg CaCO₃/L, e no ponto P4, os valores ficaram entre 3,57 e 6,20 mg CaCO₃/L.

Com base nos dados supracitados, a água dos poços analisados está majoritariamente em conformidade com a portaria vigente, sendo a maioria das amostras classificada como macia. Apenas em um ponto foram observados valores que excedem o limite de 50 mg.L⁻¹, mas ainda assim, estão abaixo do máximo permitido para consumo humano seguro.

As durezas cálcicas e dureza magnésiana analisa-se através de íons específicos de cálcio e magnésio presentes na água. O teor para magnésio varia entre 1 e 40 mg.L⁻¹ em relação teores cálcio entre 10 e 100 mg.L⁻¹ para águas subterrâneas (QUIRINO, 2016). As amostras das águas analisadas dos poços semi artesianos revelaram dureza magnésiana no ponto P1, P2, P3 e P4 variou de 3,57 mg.L⁻¹ a 14, 28 mg.L⁻¹.

Em relação à dureza cálcica, observou-se uma variação entre (N. D) e 68,55 mg.L⁻¹ nos mesmos pontos de coleta ao decorrer das análises, tais resultados estão dentro da faixa encontrada pelo autor supracitado.

Os cemitérios têm o potencial de impactar o ambiente, especialmente pela decomposição dos corpos, que resulta na liberação de substâncias tanto orgânicas quanto inorgânicas. Dentre essas substâncias, destaca-se o ferro, cuja presença em águas subterrâneas pode ser intensificada em condições de elevada matéria orgânica e ambientes com características redutoras.

Além disso, Rocha (2017) enfatiza que a infiltração de necrochorume pode alterar a composição química das águas subterrâneas, aumentando a concentração de metais como o ferro, o que reforça a necessidade de monitoramento constante.

Nesse contexto, as amostras coletadas em poços semi artesianos foram analisadas, e foi observado que na terceira coleta não houve detecção de ferro. Contudo, nas coletas (1º, 2º), os pontos supracitados as concentrações de ferro estão variando entre ferro não detectado (N.D) a 1,115 mg.L⁻¹ estando acima do limite estabelecido pela Portaria nº 888 de 2021, que determina um valor máximo de 0,3 mg.L⁻¹ para ferro em água potável. Nesse viés, esse resultado prescrever que a probabilidade de contaminação associada as atividades dos cemitérios, considerando sua localização e os processos químicos envolvidos.

O índice de fósforo em águas potáveis pode impactar significativamente a qualidade da água subterrânea provocando mazelas a suade humana. Certamente, águas potáveis localizadas nas proximidades de cemitérios podem ser afetadas pela decomposição orgânica, que, ao infiltrar-se no solo, atinge o lençol freático, comprometendo assim a qualidade e a potabilidade da água. Segundo Goelzer e Carvalho (2023), a vulnerabilidade de contaminação das águas subterrâneas ocorre em função da eficiência de filtragem físico-química do solo, das atividades antrópicas passíveis de contaminação e das medidas de controle ambiental.

Durante as análises os parâmetros de fósforo, observaram-se uma variação nos valores, com concentrações variando entre 0,020 a 0,080 mg.L⁻¹. Notou-se que, apenas nas amostras P1 da 3ª coleta, P3 da 1ª coleta e P4 da 1ª coleta, estão no limite máximo permitido pela Resolução CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005, que estabelece um índice máximo de fósforo de 0,020 mg.L⁻¹ para águas da classe 1. Essa elevação nos níveis de fósforo pode estar associada à proximidades dos cemitérios, sendo plausível que o processo de decomposição da matéria orgânica na área contribua para o aumento das concentrações deste elemento nas águas subterrâneas.

5. CONCLUSÃO

Em um cenário de pesquisa em constante evolução a análise dos parâmetros físico-químico se torna uma ferramenta de suma importância para potabilidade de água. Este trabalho teve por objetivo analisar sobre as águas de poços semi artesianos na região dos cemitérios na cidade de Vigia de Nazaré-PA.

De acordo com as análises realizadas, foi possível observar que as águas dos poços localizadas nas proximidades dos cemitérios apresentam valores que não estão dentro dos padrões determinados pela legislação vigente para águas destinadas ao consumo humano. Essas anormalidades compreendem altos níveis de acidez, baixa alcalinidade, oscilações consideráveis de dureza e níveis de correspondência além dos limites estabelecidos.

Além disso, elementos como ferro e fósforo apresentaram concentrações superior ao permitido em alguns pontos, reforçando a hipótese de contaminação ambiental associada à decomposição orgânica no entorno dos poços. Esses resultados destacam a necessidade de medidas preventivas e corretivas, como o monitoramento regular e o estabelecimento de barreiras sanitárias adequadas para mitigar os impactos da atividade cemiterial nos recursos hídricos subterrâneos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. *Produtos químicos utilizados no tratamento de água para consumo humano – Efeitos à saúde – Requisitos*. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ALMEIDA, W. R. F.; SOUZA, F. M. Análise físico-química da qualidade da água do Rio Pardo do município de Cândido Sales-BA. *Revista Multidisciplinar e de Psicologia*, v. 13, n. 43, p. 353-378, 2019. Disponível em: <https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/view/1534>. Acesso em: 13 dez. 2024

BARBOSA, E. C.; EÇA, M. A. C.; PORTELA, F. S.; SANTOS, T. A.; SILVA, R. M.; AMORIM, A. T. Análise físico-química e microbiológica da água de poços artesianos em condomínios no município de Vitória da Conquista-BA. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 7, p. 1-2, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/30380>. Acesso em: 03 dez. 2024.

BRASIL. *Conselho Nacional do Meio Ambiente*. CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=627. Acesso em: 03 dez. 2024.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. *Manual prático de análise de água*. 4 ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2013.

BRASIL. PORTARIA n° 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial da União*, 14 dez. 2011.

BRASIL. PORTARIA n° 518, de 25 de 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*, Brasília, 25 mar. 2005.

BRASIL. PORTARIA n° 888, de 04 de maio de 2021. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial da União*, 07 mai. 2021.

BRITO, L. T. L.; AMORIM, M. C. C.; LEITE, W. M. *Qualidade da água para consumo humano*. Petrolina: Embrapa, 2007. Disponível em: <https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/view/1534/2262>. Acesso em: 04 dez. 2024.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água*. Brasília: EMBRAPA, 2017.

- FILHO, E. *et al.* Verificação da qualidade da água do açude Epitácio Pessoa, Boqueirão, PB, Brasil. *Saúde e Ambiente Interfaces Científicas*, Aracaju, v. 8, n. 2, p. 215-229, 2020. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/saude/article/view/8006>. Acesso em: 04 dez. 2024.
- FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. *Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAs*. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2014.
- GOELZER, D. P.; CARVALHO, T. S. Contaminação de águas subterrâneas por necrochorume. *Revista Foco*, Curitiba, v. 16, p. 01-16, 2023. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/2231>. Acesso em: 04 dez. 2024.
- MATOS, B.; PACHECO, A. *Avaliação da ocorrência e do transporte de microrganismos no aquífero freático do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, município de São Paulo*. 2001. Tese (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22635>. Acesso em: 03 dez. 2024.
- NOWACKI, C. C. B.; RANGEL, M. B. A. *Química ambiental: conceitos, processos e estudo dos impactos ao meio ambiente*. São Paulo: Érica, 2014.
- QUIRINO, R. C. *Tratamento de dados hidroquímicos dos aquíferos do município de Rio Claro (SP) e adjacências*. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/2d142741-6a7b-40ae-906c-c3ffc5cd8431>. Acesso em: 07 dez. 2024.
- RAIOL, P. D.; OLIVA, P. C. Estudo ambiental do cemitério da Vila de São Joaquim do Itaquara (Pará, Brasil). *Revista Brasileira de Desenvolvimento*, v. 5, n. 12, p. 30193-30207, 2019. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/5332>. Acesso em: 08 dez. 2024.
- RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, J. M. A. *Tratamento de água: tecnologia atualizada*. São Paulo: Blucher, 2017. ROCHA, R. *Contaminação da água subterrânea por cemitérios: estudo de caso no Cemitério Municipal de Osório*. 2017. Monografia (Graduação em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/172314>. Acesso em: 08 dez. 2024.
- SANTOS, J. *et al.* Relação entre a concentração de cloro residual livre e a presença de microrganismos na água de poços artesianos destinada ao consumo humano. *Scientia Plena*, v. 20, n. 8, p. 2-7, 2024. Disponível em: <http://scientiaplena.org.br/sp/article/view/8004>. Acesso em: 07 dez. 2024.
- SILVA, M. B. S. *Vulnerabilidade e implicações socioambientais: um estudo de caso no cemitério do Tapanã, Belém-PA*. 2020. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Ananindeua, Ananindeua, PA, 2020. Disponível em: <https://www.bdm.ufpa.br/handle/prefix/3083>. Acesso em: 04 dez. 2024.
- TOMAZI, P. S.; DINIZ, V. W. B. Avaliação físico-química das águas da Praia do Caripi–Barcarena/PA. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, v. 28, n. 1, p. 1-5, 2024. Disponível em: <https://periodicos.univali.br/index.php/bjast/article/view/18268>. Acesso em: 04 dez. 2024.
- VOGEL, A. I. *Análise inorgânica quantitativa*. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois S.A, 1981. VOGEL, A. I. *Análise química quantitativa*. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A, 1992.
- VON, S. M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 2005.
- XAVIER, M.; QUADROS, H.; SILVA, M. Parâmetros de potabilidade da água para o consumo humano: uma revisão integrativa. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, v. 11, n. 1, p. 2-3, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/25118>. Acesso em: 04 dez. 2024.