

Vulnerabilidade de moradores de comunidades rurais servidos por água de poços artesanais na cidade de Itabaiana, Sergipe

Vulnerability of residents of rural communities served by water from artesian wells in the city of Itabaiana, Sergipe

Vulnerabilidad de los habitantes de comunidades rurales servidas por agua de pozos artesianos en la ciudad de Itabaiana, Sergipe

Kauan Euzebio Santos

Graduando, Universidade Federal de Sergipe, Brasil
kauaneuzebiosantos@gmail.com

Célia Gomes de Siqueira

Professora Doutora, Universidade Federal de Sergipe, Brasil.
celiasiqueira@academico.ufs.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar a qualidade bacteriológica da água proveniente de poços artesianos em comunidades rurais da cidade de Itabaiana, Sergipe. Coletas de amostras de água foram realizadas seguindo as normas descritas na metodologia da APHA, em quatro povoados, Carrilho, Cajaíba, Rio das Pedras e Barro Preto. As análises foram realizadas em sextuplicatas, utilizando a técnica de membrana filtrante para coliformes termotolerantes e *Escherichia Coli* e método de semeadura por esgotamento para detectar a presença de bactérias heterotróficas. Resultados demonstraram que dos 4 poços analisados, todos apresentaram-se contaminados por coliformes fecais e *E.coli* em pelo menos um dos meses em que foram realizadas as análises. Quanto ao parâmetro de bactérias heterotróficas, apenas 1 dos poços apresentou-se com valores dentro da legislação vigente do Ministério da Saúde em todas as análises avaliadas. A precipitação pluviométrica do período foi registrada e a mesma não mostrou correlação com os dados coletados. Esse estudo possibilitou uma avaliação da qualidade da água utilizada por essas comunidades para diversas atividades diárias e evidenciou o problema da contaminação das águas subterrâneas, promovendo um alerta para as autoridades municipais e população local. Foi possível indicar que ao estarem expostas à utilização de águas contaminadas, as comunidades dessas localidades encontram-se em estado vulnerável, colocando em risco a saúde tanto das pessoas e do meio ambiente, uma vez que, colocando em risco as águas subterrâneas, florestas em regiões de clima seco ou tropical não sobreviveriam, assim como ambientes aquáticos, que dependem dessa água.

PALAVRAS-CHAVE: Microbiologia da água. Poços artesianos. Doenças parasitárias. Comunidades rurais. Aquíferos.

ABSTRACT

This study analyzed the bacteriological quality of water from artesian wells in rural communities in the city of Itabaiana, Sergipe. Water samples were collected in four villages: Carrilho, Cajaiba, Rio das Pedras and Barro Preto and, following the rules described in the APHA methodology. The analyzes were carried out in sextuplicate using the filtering membrane technique for thermotolerant coliforms and Escherichia Coli and the seeding by exhaustion method to detect the presence of heterotrophic bacteria. Results showed that all wells were contaminated by fecal coliforms and E. coli in at least one of the months when analyzes were carried out. As for the parameter of heterotrophic bacteria, only 1 of the wells complied with the current legislation of the Ministry of Health in all analyses. The precipitation of the period showed correlation with the collected data. This enabled to evaluate the quality of the water used in these communities for the various daily activities, highlighting the problem of groundwater contamination and raising awareness for municipal authorities and the local population. By being exposed to the use of contaminated water, the communities in these locations are vulnerable, which puts the health of the population and the environment at risk. With groundwater at risk, forests in regions with dry or tropical climates would not survive, as well as the aquatic environments that depend on this water.

KEYWORDS: Water quality. Artesian wells. rural communities

RESUMEN

Este estudio analizó la calidad bacteriológica del agua de pozos artesianos en comunidades rurales de la ciudad de Itabaiana, Sergipe. Se recolectaron muestras de agua en cuatro aldeas: Carrilho, Cajaiba, Rio das Pedras y Barro Preto, siguiendo las reglas descritas en la metodología APHA. Los análisis se realizaron por sextuplicado utilizando la técnica de membrana filtrante para coliformes termotolerantes y Escherichia Coli y el método de siembra por agotamiento para detectar la presencia de bacterias heterótrofas. Los resultados mostraron que todos los pozos estaban contaminados por coliformes fecales y E. coli en al menos uno de los meses en que se realizaron los análisis. En cuanto al parámetro de bacterias heterótrofas, solo 1 de los pozos cumplió con la legislación vigente del Ministerio de Salud en todos los análisis realizados. La precipitación pluviométrica del período no mostró correlación con los datos recolectados. Este estudio permitió evaluar la calidad del agua utilizada en estas comunidades para las diversas actividades cotidianas, evidenciando el problema de la contaminación de las aguas subterráneas y sensibilizando a las autoridades municipales ya la población local. Al estar expuestas al uso de agua contaminada, las comunidades de estas localidades se encuentran en un estado de vulnerabilidad, lo que pone en riesgo la salud de la población y el medio ambiente. Con el agua subterránea en riesgo, los bosques de las regiones con clima seco o tropical no sobrevivirían, así como los ambientes acuáticos que dependen de esta agua.

PALABRAS CLAVE: Calidad del agua. Pozos artesianos. comunidades rurales

1 INTRODUÇÃO

A água desempenha um papel essencial no desenvolvimento social e econômico sustentável de todas as comunidades do planeta. Entretanto, este recurso vem sofrendo devido às mudanças climáticas, ações antrópicas e gestão inadequada, que representam ameaças emergentes para as pessoas e o meio ambiente, principalmente em regiões áridas (WEI *et al.*, 2022).

A disponibilidade de água desempenha um papel importante num amplo espectro de atividades, no âmbito ambiental, agrícola, industrial e recreativo. No entanto, a urbanização, o crescimento desorganizado da população e as mudanças climáticas podem levar a mudanças nas condições de oferta e demanda de água nas bacias hidrográficas e culminar em escassez crônica de água (HEIDARI *et al.*, 2021), causando um grave problema entre alguns grupos, que são mais vulneráveis do que outros, dependendo de seus níveis de exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa (WEI *et al.*, 2022).

O consumo de água pode representar para a população exposição a diversos riscos, principalmente à saúde humana, colocando-a em situação de vulnerabilidade, que é o mecanismo de defesa e proteção utilizado em resposta à possibilidade de ser prejudicado a partir do consumo de água (CUNHA; AUGUSTIN, 2014).

As águas subterrâneas são fontes seguras e importantes de água potável, principalmente em locais onde as águas superficiais são escassas, mas são recursos potencialmente vulneráveis que podem ser contaminados por ações antropogênicas, prejudicando sua qualidade e comprometendo sua disponibilidade para o abastecimento (ALVARADO *et al.*, 2016).

Em comunidades rurais, o risco do aparecimento de doenças veiculadas à água é alto, visto que a presença de baixos níveis de saneamento básico, poços tubulares muita das vezes mal vedados e construídos fora dos padrões estabelecidos possibilita maiores chances de contaminação desse recurso hídrico (SCALIZE; BEZERRA, 2020). Além disso, a proximidade do poço artesiano com fossas negras ou rudimentares e com áreas ocupadas por animais são outros fatores considerados como fontes de contaminação fecal (MARINS, 2014).

O surto dessas doenças, como a diarreia, são observados com frequência em regiões mais afastadas dos centros urbanos, isto é, comunidades mais vulneráveis, devido à ingestão de águas contaminadas por patógenos (ASSUNÇÃO *et al.*, 2015). Esses agentes, como bactérias do grupo coliforme, geram problemas para a saúde da comunidade local, sendo os mais jovens os mais afetados, causando elevados níveis de morbidade e mortalidade (MURRAY, 2014), além de comprometer o lençol freático, que recebe essa carga de poluente, cuja despoluição demanda grande quantidade de tempo (NAIME, 2017).

Esse problema é bastante recorrente em diversas localidades do Brasil, por isso a importância da realização frequente de análises microbiológicas desses poços para avaliação da água utilizada pela população e possível prevenção de doenças (OLIVEIRA *et al.*, 2020). Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade microbiológica da água de poços artesanais de comunidades rurais na cidade de Itabaiana- SE.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

Segundo o IBGE (2022), o município de Itabaiana, localizado no agreste sergipano, possui área territorial de 337,295 km² e população estimada de 96.839 pessoas (IBGE, 2021). Dados de 2017 mostram que a cidade contava com 57 povoados. O município possui clima do tipo megatérmico seco e sub-úmido e seu território está majoritariamente inserido no domínio hidrogeológico Cristalino, possuindo uma porosidade secundária e sendo caracterizado pela presença de um aquífero fissural. A existência de fissuras nas rochas promove um direcionamento da água subterrânea (BOMFIM *et al.*, 2002).

Figura 01 – Mapa de localização dos poços analisados nos povoados Carrilho, Ribeira, Barro Preto, Rio das Pedras e Cajaíba.



Fonte: Google Earth, 2023, adaptado pelos autores.

Os povoados de Itabaiana, Sergipe, que fazem parte deste estudo são Carrilho, distante 7km do centro da cidade e com aproximadamente 450 habitantes; povoado Barro Preto, com aproximadamente 460 habitantes, distando cerca de 9 Km do centro de Itabaiana; povoado Rio das Pedras, situado às margens da BR 235 a aproximadamente 12 km da cidade, sendo um dos povoados mais populosos do município, contando com cerca de 1000 habitantes e o povoado Cajaíba, com estimativa de 900 habitantes e distância de 17 Km do centro da cidade. Os dados populacionais correspondem ao ano de 2017, segundo Secretaria de Estado da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e da Pesca – SEAGRI e Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe – EMDAGRO (SERGIPE, 2018). As amostras foram coletadas nos povoados Carrilho, Barro

Preto, Rio das Pedras e Cajaíba, cujo número de habitantes e coordenadas geográficas dos poços são apresentados na Tabela 01.

Tabela 01 - Dados da localização, coordenadas geográficas dos poços artesanais e número de habitantes dos povoados coletados.

N° do poço	Localidade	Coordenadas Geográficas	Habitantes
1	Carrilho	10°44'13.00"S 37°25'38.00"O	450
2	Barro Preto	10°42'30.00"S 37°22'54.00"O	460
3	Rio das Pedras	10°45'50.00"S 37°23'9.00"O	1000
4	Cajaíba	10°47'58.00"S 37°25'48.00"O	900

Fonte: Os autores.

2.2 Procedimentos de coleta

As coletas foram realizadas entre os meses de novembro de 2022 e março de 2023, no período da manhã, nos cinco poços artesanais listados. Inicialmente, higieniza-se as torneiras utilizando hipoclorito de sódio comercial, álcool 70% e gaze para garantir que não haja nenhuma interferência da sujeira presente nas torneiras. Posteriormente, deixa-se a água escorrer por cerca de 5 minutos antes de realizar a coleta. Após isso, a água é coletada utilizando frascos de vidro estéreis com capacidade de 500 mL contendo solução de 0,5 mL de tiosulfato de sódio. Logo após, as amostras são armazenadas em um isopor térmico e levadas para refrigeração em temperatura entre 2°- 8°C, até a realização das análises microbiológicas (APHA, 2005a).

2.3. Determinação de heterotróficos

As amostras foram semeadas em duplicata utilizando o meio de cultura Tryptone Soy Agar (TSA). Para isso, é utilizado o método de semeadura por esgotamento, em que 0,1 mL de cada amostra é aplicado em uma placa de Petri contendo o meio de cultivo Ágar e realiza-se o esfregão utilizando um bastão de vidro para o espalhamento da água na placa. Logo depois, as placas foram levadas à estufa bacteriológica a 37 °C por 24h para o crescimento das colônias de bactérias. Após esse período, as unidades formadoras de colônia (UFCs) foram contadas e o valor encontrado foi multiplicado por 10 para obter a quantidade de heterotróficos em 1,0 mL. Em poços onde previamente foi identificado números elevados de bactérias, efetuou-se uma diluição de 1:10 em água destilada estéril e o dado encontrado foi multiplicado por 100 para encontrar no valor de mL estabelecido. A água se torna inadequada para uso quando o número de heterotróficos ultrapassa 500 UFCs por mL de amostra, de acordo com a Portaria 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

2.4. Determinação de coliformes fecais e *Escherichia coli*

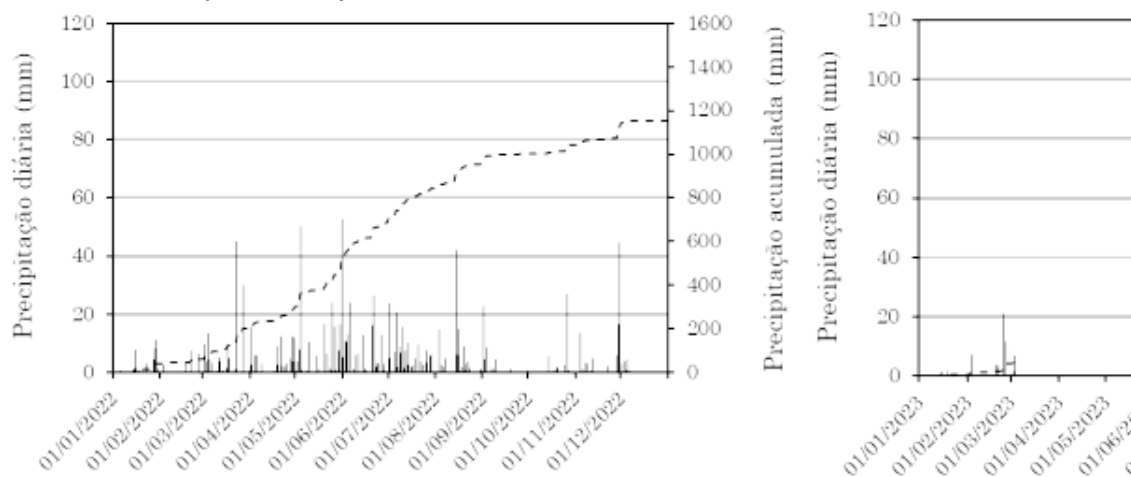
O método utilizado foi o sistema de membrana filtrante, com meio de cultivo contendo Ágar m-FC (Brasil, 2013, p. 26), meio cromogênico diferencial para bactérias termotolerantes e *E. coli*. Sendo assim, é utilizado o volume de 100 mL em cada filtração. No processo de filtração a vácuo, há a presença de um filtro, que possui poro de 45µm, menores do que as bactérias,

serve para retê-las. Após o processo de filtragem, o filtro é colocado em uma placa de Petri contendo o meio de cultura. Posteriormente, as placas são levadas à estufa bacteriológica a 37 °C por um período de 24h e após isso é realizada a contagem das quantidades dos coliformes fecais e *E.coli*. Para facilitar a contagem das colônias de bactérias em poços onde foi identificado a presença de grande quantidade de coliformes, foi realizado uma diminuição de 100 mL para 10 mL da amostra filtrada e o valor é multiplicado por 10 para encontrar nos padrões estabelecidos. As amostras foram feitas em duplicata, de acordo com o estabelecido pela American Public Health Association (2012).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas diferentes coletas nos poços artesanais dos povoados Carrilho, Cajaíba, Rio das Pedras, Ribeira e Barro Petro. As coletas aconteceram entre 28 de novembro de 2022 e 02 de março de 2023. Os resultados foram comparados aos índices de precipitação pluviométrica registrados pelo campus rural da Universidade Federal de Sergipe, com o objetivo de comparar sua influência nos dados de contaminação nas amostras dos poços artesanais.

Figura 02 - Dados de precipitação pluviométrica registrados pelo campus rural da Universidade Federal de Sergipe, no ano de 2022 e de janeiro a março de 2023.



Fonte: Universidade Federal de Sergipe. UFS. Campus rural. Registros de precipitação pluviométrica.

3.1 Povoado Carrilho

O povoado Carrilho é conhecido por sua atividade de beneficiamento de castanha de caju. Segundo a Prefeitura Municipal, as atividades comerciais envolvendo o beneficiamento da castanha chegaram ao município há cerca de 50 anos e transformou o povoado num pólo distribuidor do produto, onde mais de 90% da população está envolvida nas atividades de beneficiamento (Itabaiana, 2023a). O povoado possui um poço artesiano que supre a população de água para consumo humano quando os serviços da DESO (Companhia de Saneamento de Sergipe) são interrompidos, o que, segundo os moradores, ocorre com regularidade. As amostras foram coletadas em 28/11/22, 09/02/23 e 02/03/23, e foram analisadas para a presença de bactérias heterotróficas, termotolerantes e *E. coli*. A tabela 02 apresenta os resultados obtidos nas análises.

Tabela 02 - Quantidade de bactérias heterotróficas, coliformes fecais e *E.coli* presentes nas amostras de água do povoado Carrilho em diferentes datas de coleta.

Data da coleta	Coliformes (UFC/100mL)		Heterotróficos (UFC/1 mL)	Precipitação Pluviométrica (mm)
	CF*	EC*		
28/11/22	presentes**		2245	< 20
09/02/23	385	432	4833	< 20
02/03/23	118	092	3783	≥ 20

* Média aritmética de seis repetições.

** Número de UFCs na placa acima da capacidade de contagem, acima de 200 UFCs.

Fonte: Os autores.

Os resultados mostram que a água do poço artesiano do povoado Carrilho se encontra altamente contaminada por coliformes fecais. A análise realizada em 28/11/22 resultou em placas contendo um número de bactérias acima da capacidade de contagem, o que exigiu uma adaptação do método com a diluição das amostras em 10x a partir desta primeira análise. Observa-se ainda uma certa constância no número de heterotróficas, apesar da oscilação no número de coliformes fecais, não relacionado a precipitação pluviométrica. Vários trabalhos afirmam haver uma correlação direta entre a precipitação pluviométrica e o índice de contaminação dos poços (BRASIL, 2014; DARONCO, 2021; ESPINDULA, 2004; SILVA, 2006). De acordo com a Portaria M.S 888/2021 (BRASIL, 2021), a água deste poço é imprópria para consumo humano.

3.2 Povoado Cajaíba

O povoado Cajaíba, que conta com cerca de 900 habitantes, possui vários benefícios de infraestrutura fornecidos pela prefeitura municipal, como pavimentação asfáltica e serviço de fornecimento de água da DESO. A comunidade não possui poço artesiano, portanto as coletas foram realizadas em uma torneira pública. Essa torneira atende à população que mora em locais mais distantes, geralmente pequenos produtores rurais, e que não recebem o benefício da água canalizada. A tabela 03 mostra os resultados obtidos nas análises da água realizadas em 28/11/22, 27/01/23 e 09/02/23.

Tabela 03 - Quantidade de bactérias heterotróficas, coliformes fecais e *E.coli* presentes nas amostras de água do povoado Cajaíba em diferentes datas de coleta.

Data da coleta	Coliformes (UFC/100mL)		Heterotróficos (UFC/1 mL)	Precipitação Pluviométrica (mm)
	CF*	EC*		
28/11/22	10	0	1322	< 20
27/01/23	0	0	130	< 20
09/02/23	0,83**	0,16***	473	< 20

* Média aritmética de seis repetições.

** A análise encontrou 5 bactérias em 6 repetições da análise.

*** A análise encontrou 1 bactéria em 6 repetições da análise.

Fonte: Os autores.

De acordo com as análises, pode-se observar uma variação no número de bactérias heterotróficas maior na amostra de 28/11/22, depois uma brusca redução em 27/01/23, e novamente um aumento em 09/02/23, também sem correlação com os índices de precipitação

pluviométrica. Com relação aos coliformes fecais e *E.coli*, pode-se observar a presença de 10 UFCs na amostra de 20/11/22, zero na amostra de 27/01/23 e um total de 6 nas amostras de 09/02/23. Uma vez que essas amostras são provenientes de água fornecida pelo serviço de abastecimento, a DESO, estas amostras não deveriam apresentar coliformes, uma vez que a Portaria M.S 888/2021 (BRASIL, 2021) prediz que a água para consumo humano deve estar ausente de coliformes fecais.

3.3 Povoado Rio das Pedras

O povoado Rio das Pedras, localizado às margens da BR 235, é um dos mais populosos de Itabaiana, com cerca de 1000 habitantes, e conta com pavimentação de paralelepípedos em todas as ruas, rede de esgoto, construção de quadra esportiva e posto médico, segundo a prefeitura municipal (ITABAIANA, 2023).

Tabela 4. Quantidade de bactérias heterotróficas, coliformes fecais e *E.coli* presentes nas amostras de água do povoado Rio das Pedras em diferentes datas de coleta.

Data da coleta	Coliformes (UFC/100mL)		Heterotróficos (UFC/1 mL)	Precipitação Pluviométrica (mm)
	CF*	EC*		
27/01/23	7	3	242	< 20
09/02/23	21	29	85	< 20

* Média aritmética de seis repetições.

Fonte: Os autores.

No povoado Rio das Pedras as análises da água do poço artesiano demonstraram variação no número de bactérias heterotróficas inconsistentes com a precipitação pluviométrica. Os coliformes fecais estão presentes, tornando a água imprópria para consumo humano, de acordo com a Portaria de número 888/2021.

3.4 Povoado Barro Preto

O povoado Barro Preto conta com cerca de 460 habitantes, tendo uma apenas escola como infraestrutura, o rendimento médio mensal dos moradores era de 255,42 reais em 2010, com base no censo do mesmo ano (INFORMAÇÃO DO BRASIL/IBGE, 2010).

Tabela 6. Quantidade de bactérias heterotróficas, coliformes fecais e *E.coli* presentes nas amostras de água do povoado Barro Preto em diferentes datas de coleta.

Data da coleta	Coliformes (UFC/100mL)		Heterotróficos (UFC/1 mL)	Precipitação Pluviométrica (mm)
	CF*	EC*		
27/01/23	35	25	217	< 20
09/02/23	40	85	877	< 20

* Média aritmética de seis repetições.

Fonte: Os autores.

Os resultados das análises da água do poço artesiano do povoado Barro Preto mostraram variação no número de bactérias heterotróficas também inconsistente com a precipitação pluviométrica. Apesar de estarem em menor número, os coliformes fecais também estão presentes, tornando a água imprópria para consumo humano, de acordo com a Portaria de número 888/2021.

Observou-se contaminação fecal em todos os poços artesianos analisados (Carrilho, Rio das Pedras e Barro Preto). Além disso, a água fornecida pela DESO (povoado Cajaíba) deu resultado positivo para coliformes fecais em 2 das 3 coletas realizadas. Em nenhum dos povoados em cuja água foi analisada foi observado correlação entre a variação do número de bactérias com os dados pluviométricos, observou-se uma flutuação no número de bactérias, enquanto que a taxa pluviométrica se mostrou constante. Mais análises deverão ser realizadas no período das chuvas para confirmar esses dados.

A presença de bactérias heterotróficas, definidas pela utilização do carbono de compostos orgânicos como fonte de energia, são microrganismos que trazem informações sobre a qualidade da água, indicam que possivelmente existe nos poços artesianos a presença de biofilmes nos sistemas de tubulação, indicando falhas ou ausência na desinfecção desses poços ou unidades de armazenamento (GUERRA *et al.*, 2005; BRASIL, 2005).

O Ministério da Saúde preconiza em sua Portaria de número 888/2021, que a água só é considerada potável quando atende alguns parâmetros, em relação às bactérias do grupo dos coliformes, deve haver ausência desses patógenos em 100 mL de amostra de água (BRASIL, 2021). Para as características bacteriológicas da água, esta não deve exceder 500 UFCs de bactérias heterotróficas por mL de água para ser considerada adequada, segundo a Portaria n.º 2.914 (BRASIL, 2011). Entretanto, a população que reside em localidades rurais compõem um número significativo de indivíduos que não usufruem da legislação e estão sujeitos a viver em situação de vulnerabilidade.

A contaminação fecal de poços artesianos é observada em todo o Brasil, principalmente na área rural, onde o serviço de abastecimento não atende os moradores, de norte a sul do país (BARBOSA *et al.*, 2022; ERNESTO *et al.*, 2020; MORAES *et al.*, 2020; PALUDO, 2012; SOUZA *et al.*, 2014). Nas áreas rurais, a água é também utilizada para a irrigação, como ocorre em Itabaiana, cidade conhecida por ser um centro de produção e distribuição de hortaliças (CARVALHO; COSTA, 2011). Por sua vez, as hortaliças irrigadas com água contaminada são comercializadas e vão parar na zona urbana, juntamente com os coliformes, colocando em risco toda a população (SANTOS, 2022).

Na cidade de Itabaiana, o problema da contaminação dos poços artesianos se agrava devido à formação geológica da região, que tem como características fundamentais um intenso fraturamento, litificação acentuada e forte compactação (BOMFIM *et al.*, 2002), o que favorece, devido ao intenso fraturamento, o rápido percurso, através das fraturas, das águas contaminadas do solo e de fossas rudimentares que vão atingir o lençol freático, contaminando a água de vários poços artesianos, dados observados em outros estudos (ANJOS, 2023; SIQUEIRA *et al.*, 2022).

4 CONCLUSÕES

Evidenciou-se que dos 4 poços analisados, no que tange ao parâmetro coliformes fecais e E.coli, todos apresentaram-se em desacordo com o que preconiza a legislação vigente em, no mínimo, uma das análises realizadas.

Portanto, é necessário um investimento por parte das autoridades municipais e estaduais em políticas públicas de gestão e controle da qualidade das águas subterrâneas utilizadas pelas comunidades consideradas mais vulneráveis, visto que estas estão expostas ao consumo de água inadequada e suscetíveis à doenças .

De acordo com Hirata *et al*, (2019), 52% dos municípios brasileiros são dependentes da água subterrânea, de forma total ou parcial, de maneira inversa ao seu tamanho, ou seja, quanto menor a cidade mais é dependente desta fonte de água. Por outro lado, cerca de 35 milhões de brasileiros não têm acesso à água tratada e mais de 100 milhões não contam com serviços de coleta de esgoto, sendo que apenas 46% dos efluentes de esgotos do Brasil são tratados (SNIS, 2017), o que coloca os aquíferos em risco.

Com os resultados obtidos neste trabalho pode-se observar que os aquíferos estão sendo atingidos significativamente pela ação antrópica. Portanto, o investimento em saneamento básico é essencial, além da informação à população, e Educação em saúde para essas, pois somente uma ação efetiva e participativa pode conter os danos que as fontes de água potável vêm sofrendo.

As águas subterrâneas são essenciais para a humanidade, não apenas por abastecerem as cidades e o campo e servirem de matéria-prima para diversas atividades econômicas, pois, além disso, sustentam vários rios, lagos, mangues e pântanos. Sem a existência das águas subterrâneas, florestas em regiões de clima seco ou tropical não sobreviveriam, assim como ambientes aquáticos (Hirata *et al*, 2019).

5 REFERÊNCIAS

ANJOS, D. S. Análise microbiológica e físico-química da água de poços artesianos que abastecem moradores da zona rural do município de Itabaiana, Sergipe. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais). Universidade Federal de Sergipe, Itabaiana, 2023.

APHA. American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20 ed. Baltimore, Maryland: American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Environment Federation (WEF), 2001.

APHA. American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Standard Methods on-line. Section 9222. Membrane filter technique for members of the coliform group. 2005b Disponível em: <http://www.standardmethods.org>. Acesso em: 3 jan. 2023.

ASSUNÇÃO, A. W. A.; SATAKE, F. M.; LOPES, L. G.; AMARAL, L. A. Características de propriedades rurais como fator de risco à qualidade de água de consumo humano na Microbacia do Córrego Rico, Jaboticabal, SP. **Rev. Biociências**. v. 21, n. 2, p. 01-13, 2015.

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. e47411730380, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i7.30380>

BOMFIM, L. F. C.; COSTA, I. V. G.; BENVENUTI, S. M. P. Projeto Cadastro da Infra-Estrutura Hídrica do Nordeste: Estado de Sergipe. Diagnóstico do Município de Itabaiana. Aracaju : CPRM, 2002. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/2496/1/27%20-%20Itabaiana.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 888, de 4 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. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html. Acesso em: 11 abr. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS. Brasília : Funasa, 2014. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38937/Manual+de+controle+da+qualidade+da+gua+para+t%C3%A9cnicos+que+trabalham+em+ETAS+2014.pdf/85bbdbcb-8cd2-4157-940b-90b5c5bcfc87>. Acesso em: 10 fev. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n.º 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. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html. Acesso em: 11 abr. 2023.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água / Fundação Nacional de Saúde – 4. ed. – Brasília: Funasa, 2013. 150 p. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf. Acesso em: 05 mai. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Comentários sobre a portaria MS Nº 518/2004: subsídios para implementação. 2005. Disponível em: https://bibliotecadevissonlopes.files.wordpress.com/2015/03/05_0359_m.pdf. Acesso em: 24 abr. 2023.

CARVALHO, D.M.; COSTA, J.E. Distribuição de hortaliças e raízes em itabaiana/se (distribution center for vegetables and roots in Itabaina/Sergipe). *Mercator*, v. 10, n. 21, p. 103-119, 2011. Disponível em: DOI: 10.4215/RM2011.1021.0007

CUNHA, B. P.; AUGUSTIN, S. (orgs.). Sustentabilidade ambiental [recurso eletrônico] : estudos jurídicos e sociais. Dados Eletrônicos. Caxias do Sul, RS : Educ, 2014. Disponível em: https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/Sustentabilidade_ambiental_ebook.pdf. Acesso em: 24 abr. 2023.

DARONCO, C. R. Qualidade da água para consumo humano proveniente de captação subterrânea. Dissertação (Mestrado em Sistemas Ambientais e Sustentabilidade). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, RS, 2021. 121p. Disponível em: <https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/7115/Carla%20Regina%20Daronco.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 29 abr. 2023.

ERNESTO, F. A.; MARTINI, R.; WEISS, R. D. N.; PARAGINSKI, V. T. K.; BACH, B. C. *et al.* Estudo microbiológico de águas de poços artesianos para consumo humano na região de Santa Maria, RS. *Revista Brasileira de Análises Clínicas [RBAC]*, v. 52, n. 4, p. 383-8, 2020. DOI: 10.21877/2448-3877.202100954

ESPINDULA, J. C. Caracterização bacteriológica e físico-química das águas do aquífero freático do cemitério da Várzea - Recife. Dissertação (Mestrado em Geociências). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/6592/1/arquivo6873_1.pdf. Acesso em: 29 abr. 2023.

GUERRA, N. M. M.; OTENIO, M. H.; SILVA, M. E. Z.; GUILHERMETTI, M.; NAKAMURA, C. V. *et al.* Ocorrência de *Pseudomonas aeruginosa* em água potável. *Acta Sci. Biol. Sci.* v. 28, n. 1, p. 13-18, 2006. DOI: 10.4025/actasciobiolsci.v28i1.1053

HEIDARI, H.; ARABI, M.; WARZINIACK, T. Vulnerability to Water Shortage Under Current and Future Water Supply-Demand Conditions Across U.S. river basins. *Earth's Future*, v. 9, p. e2021EF002278, 2021. <https://doi.org/10.1029/2021EF002278>

HIRATA, R.; SUHOGUSOFF, A.; MARCELLINI, S. S.; VILLAR, P. C.; MARCELLINI, L. As águas subterrâneas e sua importância ambiental e socioeconômica para o Brasil. São Paulo: Universidade de São Paulo. Instituto de Geociências, 2019. Doi: 10.11606/9788563124074

INFORMAÇÃO DO BRASIL. Povoado Barro Preto, Itabaiana - SE. 2010. Disponível em: <https://informacoesdobrasil.com.br/rua/se/itabaiana/povoado-barro-preto+10079>. Acesso em: 29 abr. 2023.

ITABAIANA. Prefeitura Municipal. Povoado Carrilho. 2023a. Disponível em: <https://itabaiana.se.gov.br/turismo/8/povoado-carrilho>. Acesso em: 10 fev. 2023.

ITABAIANA. Prefeitura Municipal. Prefeitura irá inaugurar praça no povoado Rio das Pedras. 2023b. Disponível em: <https://itabaiana.se.gov.br/noticia/6712/prefeitura-ira-inaugurar-praca-no-povoado-rio-das-pedras> Acesso em: 24 abr. 2023.

MARINS, B.R. (Org.). Segurança alimentar no contexto da vigilância sanitária: reflexões e práticas. Rio de Janeiro: EPSJV, 2014. Disponível em: https://www.epsjv.fiocruz.br/sites/default/files/seguranca_alimentar_vigilancia_0.pdf. Acesso em: 24 abr. 2023.

MORAIS, M. E. F.; MONTEIRO, M. F. G.; SOUSA JÚNIOR, D. L.; AQUINO, P. E. A. FERREIRA, S. S. *et al.* Contaminação por *Escherichia coli* em águas de um poço profundo na zona rural de Penaforte – Ceará. **Revista Arquivos Científicos (IMMES)**, Macapá, AP, v. 3, n. 2, p. 114-119, 2020.

MURRAY, Patrick R.; ROSENTHAK, Ken S.; PFALLER, Michael A. *Microbiologia Médica*. 7ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. NETO, Laricy Kariny da Silva; PEIXOTO, Ricardo Henrique Paes Barreto. Qualidade microbiológica da água para consumo humano no campus da UNITINS no município de Palmas (TO). *AgriEnvironmental Sciences*, vol.1, n.2, p.32-37, 2015.

NAIME, R. Contaminações dos lençóis freáticos. *EcoDebate*, 19 out. 2017. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2017/10/19/contaminacoes-dos-lencois-freaticos-artigo-de-roberto-naime/>. Acesso em: 10 mai. 2023.

OLIVEIRA, R. P.; SIQUEIRA, A. A.; NUNES, A.; L.; MONÇÃO, K. C.; GONÇALVES, L.D. *et al.* Análise Microbiológica da Água para Consumo Humano em uma Comunidade do Município de Santana do Riacho – MG. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 18552–18563, 2020.

PALUDO, D. Qualidade da água nos poços artesianos do município de Santa Clara do Sul. Monografia (Curso de Química Industrial). Centro Universitário Univates, Lajeado, RS, 2012. Disponível em: <https://www.univates.br/bduserver/api/core/bitstreams/854d196f-edd1-4f52-98c1-0dc0d6f57431/content>. Acesso em: 29 abr. 2023.

SANTOS, M. G. P.; ALMEIDA, D. G.; NASCIMENTO, M. L.; SANTOS, WILLIS P. J.; BISPO JÚNIOR, J. A. S. *et al.* Qualidade microbiológica das águas do Açude Marcela de Itabaiana, Sergipe, e a contaminação fecal das hortaliças produzidas no seu entorno. *In: Livro de Memórias do IV SUSTENTARE e VII WIPIS: Workshop Internacional de Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos. Anais...Piracicaba(SP) Online, 2022.* Disponível em: https://www.even3.com.br/anais/sustentare_wipis_2022/577136-QUALIDADE-MICROBIOLOGICA-DAS-AGUAS-DO-ACUDE-MARCELA-DE-ITABAIANA-SERGIPE-E-A-CONTAMINACAO-FECAL-DAS-HORTALICAS-. Acesso em: 02/05/2023.

SCALIZE, P. S.; BEZERRA, N. R. Saneamento Básico Rural. Curso de especialização de saneamento e saúde ambiental: saneamento básico rural. [Ebook]. Goiânia: CEGRAF UFG, 2020. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/webby/up/688/o/Saneamento_Basico_Rural.pdf. Acesso em: 24 abr. 2023.

SERGIPE. Secretaria de Estado da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e da Pesca – SEAGRI. Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe – EMDAGRO. Informações básicas municipais. Município de Itabaiana. junho/2018. Disponível em: <https://emdagro.se.gov.br/wp-content/uploads/2018/11/ITABAIANA-Inforna%C3%A7%C3%B5es-B%C3%A1sicas-Municipal-2018.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2023.

SILVA, P. L. Análise da água de poços profundos e rasos em Goiânia e Aparecida de Goiânia: subsídios a programas ambientais e de saúde pública. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde). Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2006. Disponível em: <https://tede2.pucgoias.edu.br/bitstream/tede/3056/1/Paulo%20Lopes%20da%20Silva.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2023.

SIQUEIRA, C. G.; LIMA, T. M.; SANTOS, M. Potabilidade da água de poços artesianos em comunidades rurais do agreste sergipano. *Águas Subterrâneas - Seção Estudos de Caso e Notas Técnicas*, p. 1–9, 2022.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, ano de referência 2016. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/component/content/article?id=161>. Acesso em: 05 abr. 2023.

SOUZA, M. N. A.; OLIVEIRA, C. E. M.; LEZO, A. C.; PEREIRA, C. S.; PIMENTA, L. C. PRESENÇA DE BACTÉRIA *ESCHERICHIA COLI* EM ÁGUA PROVENIENTE DE POÇOS ARTESIANOS NO MUNICÍPIO DE FERNANDÓPOLIS - SP. **Revista Funec Científica – Nutrição**, Santa Fé do Sul (SP), v.2, n.3, p. 46-56, 2014.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE. UFS. Registros de precipitação pluviométrica. Disponível em: <https://campusrural.ufs.br/pagina/26091-registros-de-precipitacao-pluviometrica>. Acesso em: 05 mai. 2023.

WEI, S.; LIN, K.; HUANG, L.; YAO, Z.; BAI, X.; CHEN, Z. Assessing the Vulnerability of Water Resources System Using VSD-SD Coupling Model: A Case of Pearl River Delta. **Water**, v. 14, p. 1103, 2022. <https://doi.org/10.3390/w14071103>