

QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS DO POVOADO ALEGRIA, TERESINA-PI WATER QUALITY OF WELLS OF THE VILLAGE ALEGRIA, TERESINA-PI

Francielly Lopes da Silva¹, Érico Rodrigues Gomes²

¹ Universidade Federal do Piauí, Mestranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente; franciellylopesgab@gmail.com; ORCID: 0000-0003-3683-2952

² Geólogo, Prof. Dr. do Mestrado em Análise e Planejamento Espacial – MAPEPROF/IFPI; erico.gomes@ifpi.edu.br ORCID: 0000-0002-1942-1396

RESUMO: As águas subterrâneas tornam-se mais susceptíveis a contaminação pela exploração de poços cacimbões, principalmente em meio rural. Devido a isso, o objetivo desta pesquisa é identificar e mapear todos os poços do povoado Alegria, bem como analisar, por meio de indicadores microbiológicos e físico-químicos, a qualidade da água do aquífero utilizado para consumo humano, com o intuito de verificar se estão dentro dos padrões estabelecidos pela PRC nº888/2021. O georreferenciamento e mapeamento dos poços foram feitos com o auxílio de um GPS e do software Qgis. De 100% dos poços, 33,6% são utilizados para a irrigação ou utilizados para consumo humano, 54,4% estão desativados ou soterrados, e 12% são utilizados como receptores de efluentes sanitários. Após aferição dos resultados constatou-se que os parâmetros físico-químicos estão dentro dos padrões exigidos, exceto em uma das amostras. No entanto, em todas as amostras de água destes poços foram comprovadas a presença de bactérias *Escherichia coli*, ausente apenas na água do poço tubular central que abastece o povoado, que está dentro dos padrões exigidos para consumo humano pela legislação vigente. Com isso, conclui-se que a água do lençol freático livre desta região, sem nenhum tratamento prévio, está contaminada e impróprio para consumo humano.

Palavras-chave: Contaminação de aquífero. Potabilidade da água. Teresina. Zona rural.

ABSTRACT: Groundwater becomes more susceptible to contamination due to the exploitation of wells, especially in rural areas. Because of that, the objective of this research is to identify and map all wells of Alegria village, as well as to analyze, through microbiological and physical-chemical indicators, the quality of aquifer water used for human consumption, in order to verify whether they are within the standards established by PRC no. 888/2021. The georeferencing and mapping of wells were done with the help of a GPS and Qgis software. Among 100% of the wells, 33.6% are used for irrigation or used for human consumption, 54.4% are deactivated or buried, and 12% are used as recipients of sanitary effluents. After measurement of the results, it was found that the physical-chemical parameters are within the required standards, except in one of the samples. However, all samples from the wells have been proven to have *Escherichia coli* bacteria, which does not exist only in the water of the central tubular well that supplies the village, which is within the standards required for human consumption determined by current legislation. Thus, it is concluded that the water table of this region is contaminated and inappropriate for human consumption without any previous treatment.

Keywords: Aquifer contamination. Water potability. Teresina. Countryside.

1 Introdução

Em função do crescimento populacional, do desenvolvimento econômico e das mudanças nos padrões de consumo, entre outros fatores, a demanda pelo uso da água aumenta em escala mundial. Considerando-se o uso de águas subterrâneas, somente elas, atingiram 800 km³/ano em todo planeta no ano de 2010, sendo utilizadas principalmente na agricultura (UNESCO, 2018).

Atualmente sabe-se que vários fatores podem comprometer a qualidade das águas subterrâneas, dentre eles podemos citar, o destino final de esgotos domésticos e industriais, que em muitos casos são dispostos diretamente no solo ou no corpo hídrico sem nenhum tratamento prévio; manejo e disposição inadequada de resíduos sólidos; perfuração e/ou uso inadequado de poços; vazamentos em postos de combustíveis; produtos químicos utilizados na agricultura; entre outros. Esses fatores são fontes de contaminação das águas subterrâneas por microrganismos, substâncias orgânicas e inorgânicas, que além de contaminar a água pode provocar a proliferação de doenças de veiculação hídrica.

Segundo Jordão e Pessoa (2014) as principais doenças relacionadas à veiculação hídrica por via oral são a febre tifoide, febre paratifoide, cólera, disenteria, hepatite infecciosa e poliomielite; além das doenças contraídas de modo indireto, como a malária, febre amarela, dengue, encefalite e outras.

A utilização racional e a preservação dos mananciais subterrâneos, primordiais como reservatórios e fornecedores de água potável, tem padecido da falta de controle e da fiscalização por parte dos órgãos governamentais legalmente constituídos, permitindo que empresas perfuradoras de poços atuem de forma clandestina e impunemente (ABAS, 2018). Além disso, a falta de fiscalização possibilita que proprietários de terras perfurem seus poços, sem nenhuma instrução técnica, o que pode facilitar a contaminação dos aquíferos por agentes externos, deixando-os impróprios para consumo humano.

No povoado Alegria, zona rural de Teresina, Piauí, constatou-se por meio de observações na região e conversas informais com os moradores, que muitos poços foram escavados sem nenhuma instrução técnica, para abastecimento próprio. E, posteriormente,

com a implantação de uma rede de abastecimento proveniente de um único poço tubular, alguns passaram a ser utilizados como fossas sépticas residenciais, tornando-se uma importante fonte de contaminação do aquífero utilizado para abastecimento do povoado.

Sob esta perspectiva, existe a chance de contaminação do aquífero livre local por microrganismos e substâncias orgânicas e inorgânicas oriundas dos efluentes não tratados dispostos irregularmente e inadequadamente nos poços desativados. Esta ação impacta diretamente a qualidade do manancial que ainda serve como fonte de abastecimento do povoado, com possibilidade real de impacto na saúde da população.

Segundo a Portaria de Consolidação (PRC) nº 888, de 4 de maio de 2021, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, “Toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema, solução alternativa coletiva de abastecimento de água ou carro-pipa, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água” (BRASIL, 2021).

Devido a isso, objetivo desta pesquisa é analisar a qualidade da água utilizada para consumo dos habitantes do Povoado Alegria, por meio de indicadores microbiológicos e físico-químicos, com o intuito de comprovar sua possível contaminação por efluentes domésticos provenientes de fossas inadequadamente instaladas, ou quaisquer outras fontes de contaminação, bem como mapear todos os poços encontrados na região, com o intuito de averiguar a situação dos mesmos, se estão ativos ou desativados, e identificar aqueles que são utilizados como receptores de efluentes sanitários.

2 Metodologia

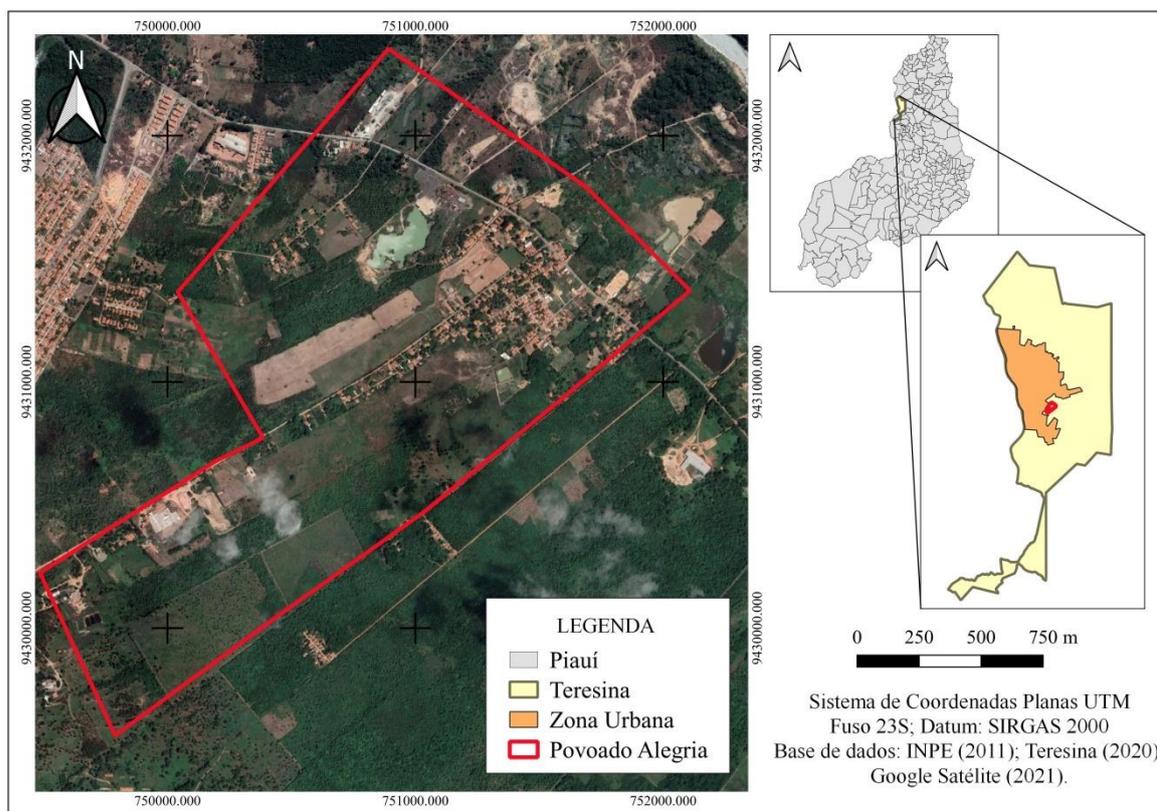
2.1 área de estudo

A presente pesquisa foi desenvolvida em Teresina, capital do Estado do Piauí, localizada na porção centro-norte do estado, que ocupa uma área de 1.392,0 km² com uma população de 814.230 habitantes, dos quais 767.557 (94,3% da população) encontram-se na área urbana e 46.673 (5,7% da população) na zona rural do município, compondo os 29,8 milhões de pessoas que vivem em áreas rurais em todo o Brasil (IBGE, 2010a).

O Alegria é um pequeno povoado localizado na zona rural do município de Teresina, com população atual de aproximadamente 1.471 habitantes (IBGE, 2010b).

As atividades socioeconômicas desenvolvidas na região vão desde a presença de grandes fábricas de asfalto, pré-moldados e cerâmicas; dragas de areia (extração do rio Poti) e lavadores de seixos, bem como pequenos comércios, bares e restaurantes. No povoado também possui uma escola, onde pela manhã e tarde o ensino fica a cargo da rede municipal (Escola Municipal João Paulo I); e à noite, da rede estadual (Escola Estadual João Adroaldo Pires Soares). Na localidade há uma associação de moradores que representa o povoado perante os órgãos públicos e uma Unidade Básica de Saúde (UBS) que abrange as localidades Recanto dos Pássaros, Povoado Torrões, Povoado Humaitá, Povoado Cantinho Sul, Povoado Alegria, comunidade Incetel, Assentamento Alegria e todas as ruas da região, segundo dados da Prefeitura de Teresina (TERESINA, 2016). A figura 1 mostra o mapa de localização do povoado Alegria.

Figura 1: Mapa de localização do Povoado Alegria, zona rural sul de Teresina-PI.



Fonte: Autor, 2021.

2.2. *Materiais e métodos*

Para analisar a qualidade da água dos poços, foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas. As análises de Sólidos Totais Dissolvidos (STD), Nitrato (NO_3), Potencial Hidrogeniônico (pH), Turbidez (T), e Condutividade Elétrica (CE) e análises bacteriológicas para identificar a presença de coliformes termotolerantes da espécie *Escherichia coli* (*E. Coli*), pois segundo Rocha (2016) eles são considerados os principais indicadores de contaminação por materiais fecais por serem restritos ao trato intestinal de animais de sangue quente.

As análises de pH, CE, T, STD e NO_3 , foram realizadas no mesmo dia pois são métodos de análise consideradas rápidas, no entanto, para a determinação da presença de bactérias *E. coli* por meio do método convencional de tubos múltiplos, é necessário no mínimo 72 horas de análise. Esse método permite a quantificação por número mais provável (NMP) de microorganismos e consiste em duas fases consecutivas, a primeira é a determinação da presença de coliformes totais por meio do teste presuntivo, e posteriormente o teste confirmativo e complementar, em que determina a presença de coliformes termotolerantes (FUNASA, 2013).

Os resultados obtidos serão comparados com os padrões estabelecidos pela PRC nº 888/ 2021, e averiguados se estão dentro dos padrões estabelecidos para qualidade da água para consumo humano. O georreferenciamento dos poços foi realizado com o auxílio de um GPS modelo Garmin e posterior confecção de mapas no software QGIS 3.16.

2.3 *Descrição dos pontos de coleta*

Após a identificação e georreferenciamento dos poços, foram definidos os pontos de coleta de amostras para a análise de acordo com o seu uso. As coletas foram realizadas somente nos poços cacimbões que são utilizados para consumo humano (Figura 2) e da água distribuída na torneira de uma casa atendida pelo poço tubular central (figura 3), que faz a distribuição da água captada para consumo no povoado.

Figura 2: Poços cacimbões utilizados na coleta de água para análise. 1-Amostra 1 / 2- Amostra 2 / 3- Amostra 3 e 4- Amostra 4.



Fonte: autor, 2018.

Figura 3: Torneira de uso residencial usada para coletar a amostra de água da rede de distribuição do poço tubular da Alegria.



Fonte: Autor, 2018.

QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS DO POVOADO ALEGRIA, TERESINA-PI

A tabela 1 abaixo demonstra a localização dos poços em coordenadas planas, Datum: SIRGAS 2000, onde foram coletadas as amostras para a análise da qualidade da água.

Tabela 1: Identificação dos pontos de coleta e análise da qualidade da água.

Nº DAS AMOSTRAS	TIPO DE POÇO	COORDENADAS PLANAS (UTM FUSO 23)	
		LONGITUDE (X)	LATITUDE (Y)
1	Cacimbão	0751470	9431372
2	Cacimbão	0751514	9431499
3	Cacimbão	0751494	9431451
4	Cacimbão	0751848	9431207
5	Tubular Alegria	0751519	9431368

Fonte: autor, 2019.

As coletas nos poços cacimbões foram realizadas com o auxílio de um balde pequeno e uma corda de 9 (nove) metros, comprimento suficiente para alcançar o nível d'água subterrâneo. Após as coletas de água, as amostras foram colocadas em um saco plástico estéril de 100 ml cada, contendo tiosulfato de sódio para inibir o cloro, caso contenha na amostra. Em seguida armazenaram-se as amostras em um isopor contendo gelo gel, a fim de mantê-las resfriadas e assim conservá-las até a realização das análises.

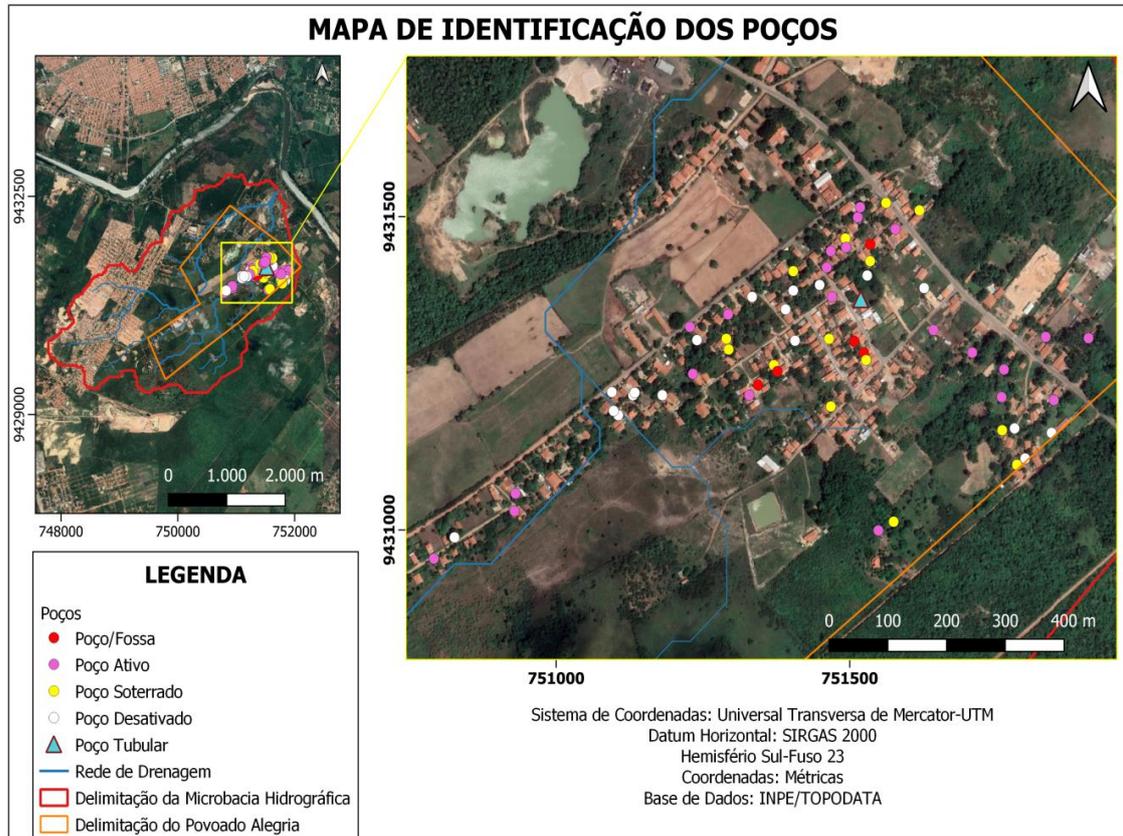
A amostra referente ao poço tubular central da Alegria foi coletada em uma das residências abastecidas pela sua rede de distribuição, seguindo as normas técnicas de coleta estabelecidas pelo manual da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2013).

3. Resultados e discussão

Dentro da área de estudo foram identificados 60 poços ao todo, dos quais, 57 são do tipo cacimbão, e apenas três são poços tubulares, dentre esses, o poço tubular central da Alegria e dois poços particulares. A figura 4 exhibe a delimitação da microbacia

hidrográfica do povoado, a rede de drenagem natural e a localização e situação dos poços identificados na região.

Figura 4: Mapa de delimitação da microbacia, drenagem natural, localização e identificação dos poços do povoado Alegria.



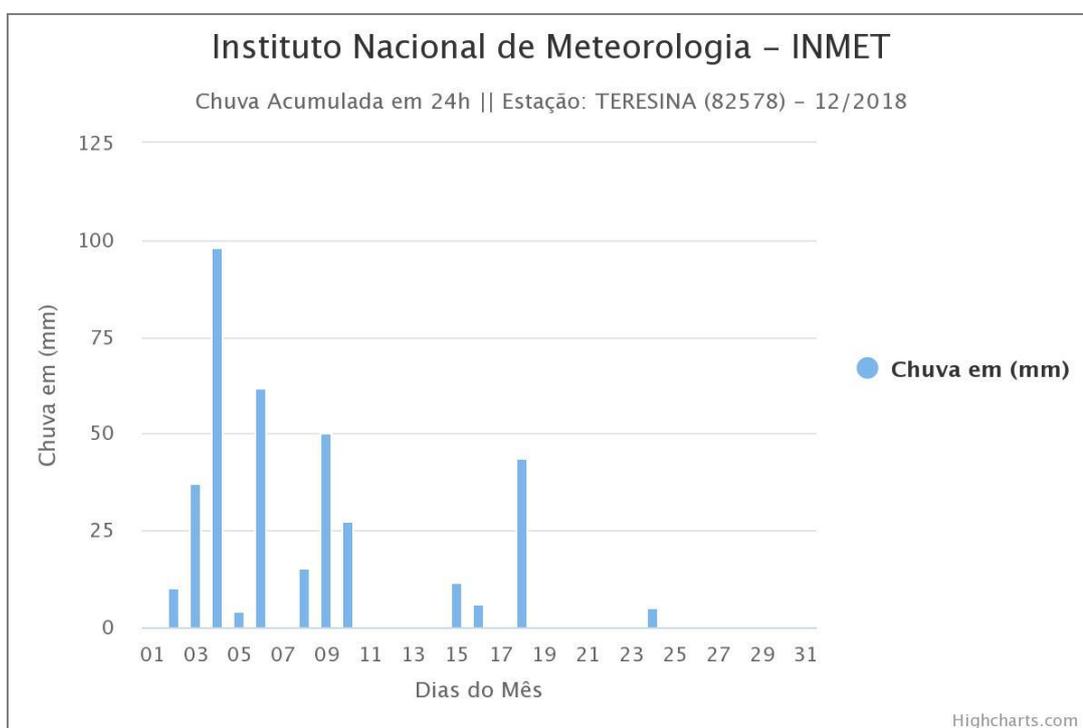
Fonte: Autor, 2021.

O povoado Alegria está inserido em umas das microbacias hidrográficas pertencentes ao rio Poti, com uma extensão territorial de 888,33 ha. No mapa pode-se observar que grande parcela dos poços cacimbões está localizada na região mais populosa do povoado, nas proximidades do poço tubular que distribui água para a região. De 100% dos poços cacimbões, 36,6% ainda são utilizados para a irrigação de plantas e jardins ou são utilizados para consumo humano, quando por algum motivo falta água nas torneiras. Mais da metade dos poços (51,7%) estão totalmente desativados ou soterrados, e 11,7% são utilizados como receptores de efluentes sanitários das residências, sejam eles provenientes de banheiros ou de pias.

QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS DO POVOADO ALEGRIA, TERESINA-PI

Dentre os poços ativos utilizados para consumo, foram escolhidos cinco para a realização das análises de água. As amostras foram coletadas no dia 03 de dezembro de 2018, mês este de relativa seca no estado, no entanto, o clima neste ano se mostrou um pouco atípico, ocorrendo eventos de chuva na região na mesma semana da coleta, registradas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) como pode ser observado na figura 5, o que não é comum para a época do ano.

Figura 5: Gráfico da chuva acumulada em 24h no mês de dezembro de 2018.



Fonte: INMET, 2018.

A tabela 2 demonstra os resultados obtidos para cada amostra de água, a média entre os resultados, o desvio padrão (DP) de cada uma e o Valor Máximo Permitido (VMP) para cada parâmetro segundo a legislação vigente.

Os valores de pH de cada amostra estão dentro dos padrões exigidos para águas destinadas a consumo humano estabelecidas pela PRC nº888/2021, a qual estabelece

valores de pH de 6,0 a 9,5, sendo sua média de pH 6,3, possuindo um DP bem baixo (0,187) estando adequadas para consumo.

Tabela 2: Tabela de resultados das análises físico-químicas.

AMOSTRAS	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS				
	PH	STD (mg/L)	CE (µS/cm)	T (NTU)	NO ₃ (mg/L)
1	6,3	0,013	310,4	5,2	0,0007
2	6,3	0,017	1898	1,1	0,0002
3	6,4	0,010	1393	0,4	0,0002
4	6,0	0,013	1261	2,8	0,00002
5	6,5	0,009	1156	0,6	0,00001
MÉDIA	6,3	0,013	1203,7	2,0	0,00023
DP	0,187	0,001	574,8	2,0	0,00032
(VMP)					
PRC nº 888/2021	6,0 a 9,5	500	Sem VMP	5,0	10,0

Fonte: Autor, 2019

Os STD de todas as amostras foram abaixo de 1,0 mg/L, com uma média de 0,013 mg/L e DP de 0,001, estando assim todas dentro dos padrões da PRC nº888/2021, que estabelece como VMP de STD de 500 mg/L para consumo humano como efeito organoléptico.

Para a determinação da CE de cada amostra, a temperatura de referência adotada foi de 25 °C, estabelecidas pelo condutivímetro. Os valores da CE foram relativamente altos, a amostra 2 obteve a maior CE em relação as demais, e a amostra 1 a menor, tendo uma diferença de mais de 1000 µS/cm entre as duas.

Para Manassés (2009), no estado natural a água apresenta CE diretamente proporcional a quantidade de STD, bastando uma pequena quantidade de material dissolvido para torná-la condutora. A amostra 2 foi a que apresentou uma maior CE (1898 µS/cm), e o maior valor para STD, comprovando sua proporcionalidade. Como pode ser observado na tabela 2 acima, quanto maior os STD de cada amostra, maior a CE, notando-

se uma diferença somente na amostra 1, na qual possui a menor CE (310,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e um valor de STD relativamente alto quando comparado com o mesmo valor obtido de STD da amostra 4 (0,013 mg/L), na qual obteve uma CE quatro vezes maior a amostra 1. Possivelmente pode ter tido alguma interferência da quantidade de sólidos suspensos na água, visto que a amostra em questão obteve o maior valor de turbidez (5,2 NTU).

As amostras 2 á 4, estão dentro do padrão estabelecido pela PRC nº888/2021, que determina que a água destinada para consumo humano não pode ter turbidez superior a 5 uT. Somente a amostra 1, está fora dos padrões estabelecidos de turbidez na água para consumo humano, com valor superior a 5 uT, que pode ser devido a processos naturais ou de ação antrópica, como lançamentos de esgotos em suas proximidades.

Os valores obtidos de NO_3 em todas as amostras foram menores de 1,0 mg/L, obedecendo assim os VMP pela legislação vigente de até 10 mg/L. O nitrato normalmente ocorre em baixas concentrações em águas naturais, no entanto, quando em altas concentrações em água de poço, podem ser provenientes da penetração direta da água poluída no aquífero através do solo (MANASSÉS, 2009).

Todas as amostras analisadas tiveram presença de bactérias do grupo coliformes, sendo necessária a realização do teste confirmativo para bactérias do tipo *E.Coli*, cujo objetivo é identificar sua presença na água. Para Gois, Nogueira e Moraes (2013, p.256), a “identificação da bactéria *Escherichia coli* na água, representa evidente contaminação fecal humana e pode indicar a presença de diversos parasitas intestinais e outros microrganismos na água”.

A presença de bactérias coliformes em águas subterrâneas é uma realidade vivenciada por diversos estados do país, inúmeras pesquisas já constataram a contaminação de aquíferos com esses patógenos, tanto em áreas urbanas como rurais. Grott *et al.* (2018) analisaram a qualidade da água de diversos poços localizados na zona urbana da cidade de Macapá, na sua maioria cacimbões, e constataram que 61,5% dos poços apresentaram contaminação por coliformes no período seco, e 96,5% no período chuvoso, o que comprova a vulnerabilidade microbiológica das águas subterrâneas do município, principalmente no período úmido.

No povoado Torrões, vizinho do povoado Alegria, também foi constatado a contaminação do lençol freático por bactérias de origem fecal, pois segundo Santos, Nunes

e Figueiredo (2008), os resultados das análises da água dos poços cacimbões demonstraram um elevado índice de coliformes de origem fecal, evidenciando a contaminação dos poços, estando assim, a água subterrânea fora dos padrões de potabilidade para consumo humano estabelecido pela legislação vigente.

De todas as amostras analisadas, todas deram positivas para *E.Coli* (exceto a amostra 5), como pode ser observado na tabela 3 abaixo, estando em desacordo com a PRC nº 888/ 2021, que estabelece a ausência deste tipo de bactéria em 100 ml de água para consumo humano. Porém, essas águas podem ser destinadas para outros fins, como dessedentação de animais e recreação, pois ambas possuem NMP de 200 bactérias *E.Coli* por 100 ml de água e 800 bactérias *E.Coli* por 100 ml, respectivamente, estando às amostras adequadas para esse tipo de uso.

Tabela 3: Resultado das análises de tubos múltiplos para a determinação da presença de *E.Coli* na água.

AMOSTRAS	COMBINAÇÕES	NMP /100 mL	LIMITES	
			INFERIOR	SUPERIOR
1	3-1-0	11	4	29
2	3-2-1	17	7	40
3	3-2-0	14	6	35
4	3-2-0	14	6	35
5	0-0-0	<2	-	-

Fonte: Autor, 2019.

A amostra 1, teve o NMP de 11 bactérias *E.Coli* em 100 ml de água, possuído limite inferior de 4 e superior de até 29 bactérias por 100 ml da amostra. As amostras 2, 3 e 4 possuem respectivamente o NMP de 17, 14 e 14 bactérias por 100 ml de água, podendo chegar até 40 bactérias *E.Coli* na amostra 2, sendo assim a água com uma maior contaminação.

O poço no qual foi coletado a água para análise da amostra 2, possui uma sentina (fossa negra) a pouco mais de 5 metros de distância, na casa vizinha, havendo assim uma

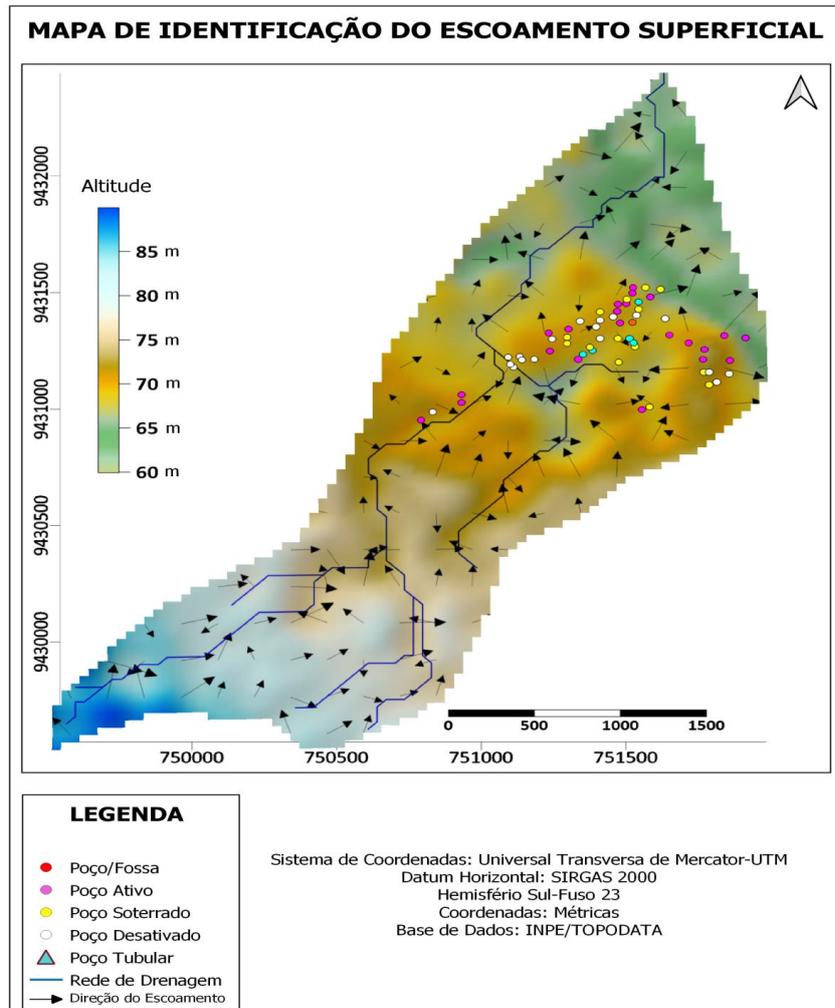
contaminação do lençol freático por fezes humanas. Segundo a FUNASA (2014) os poços devem ter uma distância mínima de 15 metros de fossas seca, sumidouro (poço absorvente) e 45 metros de qualquer outra fonte de contaminação, como lixões, galeria de infiltração, currais, chiqueiros, entre outros. Para Siqueira (2014, p.29) “A pouca distância entre fossas e poços pode ser considerada um dos grandes causadores do alto índice de contaminação por coliformes termotolerante”.

No entanto, cerca de 11% dos poços encontrados no povoado Alegria estão próximos a fontes contaminantes, como fossas, galinheiros e cemitérios, sendo 42% localizadas a montante dos poços e 58% localizadas a jusante, que dependendo da declividade do terreno pode ocorrer a contaminação do lençol freático por infiltração e lixiviação dos poluentes. Segundo Rodrigues e Mendiondo (2013) no processo de infiltração, a água preenche os microporos da camada superior do solo e uma parte é drenada para as camadas mais profundas por meio do processo de percolação, o que contribui para a recarga de águas subterrâneas em aquíferos livres.

Foram identificados 7 poços utilizados de receptores de efluentes sanitários, sendo 5 utilizados de fossas e 2 como receptores de efluentes provenientes de pias, recebendo detergentes, óleos e outros contaminantes diretamente no lençol freático, podendo elevar os níveis de fósforo, nitrato e outros nutrientes na água, que em excesso podem vim a fazer mal ao serem consumidas sem um tratamento prévio. A contaminação de águas doces por lançamentos de águas de esgotos, não só traz prejuízo ao ambiente aquático como a saúde humana, pois pode contribuir para a ocorrência de epidemias de diarreias e hepatite A, entre outras doenças provenientes de veiculação hídrica (SANTOS *et al.*; 2013).

A figura 6 apresenta o mapa de localização dos poços e o sentido do escoamento da água superficial e migração do aquífero livre na microbacia hidrográfica que contém o povoado Alegria.

Figura 6: Mapa de identificação do escoamento superficial e do aquífero livre na microbacia hidrográfica que contém o povoado Alegria.



Fonte: Autor, 2021.

No mapa acima pode-se observar que o povoado Alegria encontra-se em uma área de baixa altitude, cujas direções de escoamento direcionam-se para o norte da microbacia hidrográfica, onde encontra-se seu exutório e seu receptor final, o rio Poti. Esses poluentes provenientes dos poços formam uma pluma de contaminação que se espalham na direção de escoamento da água subterrânea, contaminando as águas a sua jusante e possivelmente o rio Poti, visto que, segundo Wendland e Marin (2013) a pluma de contaminação pode atingir alguns quilômetros de extensão, mas afastando-se da fonte, a concentração de contaminantes pode diminuir devido aos mecanismos de diluição e dispersão do corpo hídrico.

Teramoto, Stradioto e Chiang (2020) realizaram simulações numéricas referentes ao fluxo e transporte dos poluentes no aquífero livre da região rural de Paulínia, em São

Paulo, e constataram que embora as fossas representem fontes pontuais de contaminação, elas podem gerar plumas de contaminação que possuem grande extensão e largura, impactando um grande volume de água subterrânea na região.

Outro fator que contribui para a contaminação do lençol freático no povoado Alegria é a situação dos poços, pois muitos foram construídos sem nenhuma instrução técnica, não possuem sapata de proteção ou cobertura adequada, facilitando a exposição do aquífero aos poluentes externos que possam vir a contaminá-lo. Essa falta de instrução também foi uma das causas identificadas para alterações da qualidade da água subterrânea em São Francisco de Itabapoana, no Rio de Janeiro, pois a precária ou falta de manutenção dos poços, a sua inadequada construção, a proximidade de fossas, entre outros fatores, impossibilitaram o consumo de água sem tratamento prévio na região (SILVA; OLIVEIRA, 2015).

A amostra 5, é a única água que não está contaminada por *E.Coli*. Isso se deve ao fato desta ser captada a uma profundidade muito maior que a dos poços cacimbões, há cerca de 40 metros da superfície. O poço tubular contém cimentação anelar nas camadas superficiais do solo, isolando a água do aquífero livre, dificultando assim a contaminação por agentes externos. No entanto, houve a presença de bactérias do grupo coliformes termotolerantes na água usada para abastecimento domiciliar, possivelmente proveniente da caixa d'água usada para armazená-la ou da rede de distribuição, já que esta amostra de água foi coletada na residência de um dos moradores do povoado, dando ausente somente para bactérias de origem fecal.

4 Considerações finais

Através dos resultados obtidos pelas análises, constatou-se que a água do aquífero livre na região do Povoado Alegria, sem nenhum tratamento prévio, está impróprio para consumo humano. No entanto, como as coletas foram realizadas somente no período de seca, apenas com poucas horas de chuva, e não foram realizadas novamente no período chuvoso, não foi possível estabelecer uma comparação dos resultados e de possíveis mudanças na qualidade da água em questão. Como o nível de contaminação por *E.Coli* foram baixos nessas condições, a água pode ser consumida desde que desinfetada por

cloro, o qual é distribuído pela UBS do povoado, ou após a fervura para eliminar qualquer tipo de patógeno existente.

É recomendável a promoção da educação ambiental na comunidade, demonstrando a importância de utilizar o desinfetante na água e a realização da manutenção dos poços, assegurando assim a não contaminação do aquífero por agentes externos.

Há necessidade de que a população desative os poços cacimbões utilizados de sumidouros e fossas negras, bem como a orientação correta de como e onde construir fossas sépticas adequadas para o descarte dos efluentes sanitários.

Estas constatações destacam a importância e urgência de projetos abrangendo a execução de políticas públicas voltados ao diagnóstico e recuperação da qualidade da água usada para consumo humano na zona rural de Teresina.

Referências bibliográficas

ABAS. Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. **Credenciamento de empresas perfuradoras de poços**. 2018. Disponível em: <https://www.abas.org/selo-abas/>. Acesso em: 22 jul. 2019.

BRASIL. **Portaria de Consolidação nº 888, de 04 de maio de 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. Brasília, 2021. Disponível em: <https://brasilsus.com.br/index.php/pdf/portaria-gm-ms-no-888/>. Acesso em: 08 jun. 2021.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de orientações técnicas para a elaboração de propostas para o programa de melhorias sanitárias domiciliares**. 2014. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_orientacoes_tecnicas_programa_melhorias_sanitarias_ambientais.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2019.

_____. Fundação Nacional de Saúde. **Manual Prático de Análise de Água**. 2013. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf. Acesso em: 15 fev. 2019.

GOIS, L. H. B.; NOGUEIRA, A. C.; MORAES, L. R. S. Água para consumo humano: uma visão sobre os riscos e vulnerabilidades de sua utilização. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (gesta)**, v.1, 251-266, 2013. Disponível em: <https://portalseer.ufba.br/index.php/gesta/article/view/8569>. Acesso em: 17 set. 2018.

GROTT, S. L *et al.* Variação espaço-sazonal de parâmetros da qualidade da água subterrânea usada em consumo humano em Macapá, Amapá, Brasil. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [S.L.], v. 23, n. 4, p. 645-654, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/xxMd3TSCzLQX4rnhnJL9GMm/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 07 jun. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidade de Teresina**. 2010a. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/teresina/panorama>. Acesso em: 09 jul. 2019.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sinopse por setores**. 2010b. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores/?nivel=st>. Acesso em: 25 jul. 2019.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento**, 2018. Disponível em: <https://tempo.inmet.gov.br/>. Acesso em: 05 fev. 2019.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. São Paulo: ABES, 7. ed., 2014.

MANASSÉS, F. **Caracterização hidroquímica da água subterrânea da formação serra geral na região sudoeste do estado do Paraná**. Curitiba, Dissertação (Mestrado em Geologia Ambiental) –UFPR, 2009.

RODRIGUES, D. B. B; MENDIONDO, E. M. Bacias hidrográficas: caracterização e manejo sustentável. *In*: CALIJURI, M. C; CUNHA, D. G. F. **Engenharia Ambiental: Conceitos, Tecnologia e Gestão**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013, p. 47-74.

SANTOS, J. O *et al.* A qualidade da água para o consumo humano: Uma discussão necessária. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, 7, p.19-26, 2013. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RBGA/article/view/2279>. Acesso em: 13 out. 2019.

SANTOS, A. C.; NUNES, O. O.; FIGUEIREDO, M. L. F. A percepção da população da comunidade Torrões sobre a qualidade da água dos poços amazonas. **Caminhos de Geografia**, v.9, p.243-261, 2008. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15914>. Acesso em: 15 jan. 2019.

SILVA, R. A; OLIVEIRA, V. P. S. Mapeamento da qualidade de água subterrânea em São Francisco de Itabapoana - RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 18., 2014, Minas Gerais. **Anais [...]**. [s.l.]: [s.n.], 2015. p. 1-20. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28300/18412>. Acesso em: 08 jun. 2021.

SIQUEIRA, F. G. **Avaliação da qualidade microbiológica da água em poços artesanais da comunidade rural Rajadinha Distrito Federal**. Brasília, Monografia (Graduação em Análise Ambiental e Desenvolvimento Sustentável) - UNICEUB, 2014. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/7769/1/51206860.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2019.

TERAMOTO, E; STRADIOTO, M; CHIANG, H. Avaliação geoquímica da influência de fossas rudimentares na água subterrânea da região rural de Paulínia/SP. **Geochimica Brasiliensis**, [S.L.], v. 34, n. 2, p. 203-219, 21, 2020. Disponível em: <https://www.geobrasiliensis.org.br/geobrasiliensis/article/view/675/698>. Acesso em: 05 jun. 2021.

TERESINA, Prefeitura. **Mais de 600 famílias da zona rural são beneficiadas com reforma da UBS do Alegria**, 2016. Disponível em: <http://www.portalpmt.teresina.pi.gov.br/noticia/Mais-de-600-familias-da-zona-rural-sao-beneficiadas-com-reforma-da-UBS-do-Alegria/11700>. Acesso em: 12 jul. 2019.

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2018: soluções baseadas na natureza para a gestão da água**, 2018. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0026/002615/261579por.pdf>. Acesso em: 12 out. 2018.

ROCHA, A. I. **Avaliação da qualidade da água no Rio Parnaíba na zona urbana de Teresina-PI usando os métodos IQA Clássico e Lógica Fuzzy**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2016.

WENDLAND, E; MARIN, I. S. P. Contaminação de águas subterrâneas. In: CALIJURI, M. C; CUNHA, D. G. F. **Engenharia Ambiental: Conceitos, Tecnologia e Gestão**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013, p. 261 – 293.

Agradecimentos: Agradecemos ao Instituto Federal do Piauí (IFPI), campus Teresina Central, pelo apoio para a elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) da primeira autora, requisito necessário para a obtenção do título de graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental, sob a orientação do segundo autor. E aos técnicos do laboratório de Saneamento do Campus Teresina Zona Sul, por auxiliarem e disponibilizarem o material necessário para a realização desta pesquisa.
