

A QUALIDADE DA ÁGUA NA ZONA RURAL DO MUNICÍPIO DE NOVA AMÉRICA DA COLINA-PR: ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE COLIFORMES TOTAIS, DA ESCHERICHIA COLI E DO PARÂMETRO DE TURBIDEZ

Fernanda Maria Soares

Graduanda em Geografia pela Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP
nana_ferytolpian@hotmail.com

Sérgio Augusto Pereira

Graduado em Letras pela Universidade Estadual do Norte do Paraná e graduando em Geografia pela Universidade Estadual do Norte do Paraná. Especialista em Literatura Brasileira pela Faculdade de Educação São Braz
sergioaugustopereira018@gmail.com

RESUMO: A contaminação das águas subterrâneas é um tema bastante relevante e muito discutido na atualidade devido ao aumento da demanda e a busca por alternativas para encontrar água potável. Dessa forma, o objetivo desta pesquisa é analisar os coliformes totais, a presença da Escherichia Coli e o parâmetro de turbidez nas nascentes da área rural do município de Nova América da Colina - PR. A metodologia adotada para esta pesquisa se resume em pesquisa bibliográfica, coleta de amostras das nascentes que foram analisadas no laboratório da 18ª Regional de Saúde do Paraná em Cornélio Procópio, trabalho de campo, bem como o mapeamento e averiguação do entorno das nascentes. Desta forma, este trabalho se conclui não apenas com a demonstração de que tais nascentes possuem água imprópria para consumo humano, mas também mostra que há meios para recuperar ou melhorar a qualidade dessas águas, visando o bem-estar e a saúde da população que bebe essa água.

Palavras-chave: Qualidade da água. Água subterrânea. Nascentes. Consumo.

WATER QUALITY IN THE RURAL AREA OF THE CITY OF NOVA AMÉRICA DA COLINA-PR. ANALYSIS OF TOTAL COLIFORMS, ESCHERICHIA COLIA AND TURBIDITY PARAMETER

ABSTRACT: Groundwater contamination is a highly relevant and very discussed theme nowadays due to the increase in demand and the search for alternatives to find potable water.

Thus, the goal of this research is to analyze the total coliforms, the presence of Escherichia Coli and the turbidity parameter in the springs of the rural area of Nova América da Colina – PR. The methodology adopted for this research was basically bibliographical research, sample collects of the springs that were analyzed in the laboratory of the 18th Health Regional Center of Paraná in Cornélio Procópio, field work, and as well the mapping and investigation of the surroundings of the springs. Therefore, this work concludes not only with the demonstration that the analyzed springs contains water unfit for the human consumption, but also shows that there are ways to recover or improve the quality of those waters, aiming at the well-being and health of the population that drinks this water.

Key Words: Water quality; Groundwater; Springs; Consumption.

1 INTRODUÇÃO

Este estudo traz como tema a qualidade da água encontrada nas nascentes localizadas na zona rural do município de Nova América da Colina - PR. Tal tema é de grande relevância pois tem influência direta na saúde dos munícipes, principalmente os residentes da área rural.

A água se mostra como o recurso mais precioso para o planeta e para os animais que nele habitam, incluindo o ser humano. Para ilustrar tais informações, os números demonstram que aproximadamente 70% da superfície (camada mais externa do planeta) terrestre está coberta por água, sendo que deste total, 97,5% compõem os oceanos e mares, caracterizando então, água salgada. Apenas 2,5% da água disponível no globo é “doce”, sendo que a maior parte está concentrada nas calotas polares, geleiras e em aquíferos profundos. Apenas 0,3% de toda a água “doce” está presente em rios e lagos, sendo de fácil acesso ao ser humano (Shiklomanov, 1998).

Para suprir tal escassez, o ser humano tem buscado outras formas de conseguir água, e nesta busca, se depara com a utilização de águas subterrâneas, advindas de lençóis freáticos que acumulam água no interior do solo. Essas águas costumam aflorar por meio de nascentes e minas, e são essas águas que vão reger e formar o curso das águas favorecendo a manutenção de rios, córregos e ribeirões (Faria; Faria; 2004).

Mesmo com tais possibilidades de encontrar água potável no subsolo, a poluição se caracteriza como o principal inimigo deste objetivo por parte do ser humano, uma vez que muitas das nascentes demonstram que a qualidade da água é duvidosa e até mesmo sem a menor condição para o consumo. Vale ressaltar que outros fatores interferem na qualidade

desta água como o acesso de animais a essas nascentes, além da falta de vegetação ao seu entorno (Ribeiro, *et al.*; 2007).

Desta forma, o objetivo desta pesquisa é analisar os coliformes totais, a presença da *Escherichia Coli* e o parâmetro de turbidez nas nascentes de água da área rural do município de Nova América da Colina - PR. Para atingir tal objetivo, a metodologia utilizada nesta pesquisa se resume em quatro etapas: 1) Pesquisa bibliográfica; 2) Fontes de dados – coletas e laudos emitidos pela 18ª regional de Saúde de Cornélio Procópio; 3) Trabalho de campo; 4) Elaboração cartográfica. Ao término desta pesquisa, identificou-se, dentre os resultados obtidos, que em 90% das nascentes amostradas o parâmetro de turbidez está dentro do permitido pela legislação brasileira, que é de 5 NTU. Por outro lado, encontraram-se resultados preocupantes, onde 100% das amostras apresentam coliformes totais e também a presença da bactéria *Escherichia Coli* (*E. coli*).

2 METODOLOGIA

Metodologicamente, esta pesquisa se deu por meio de quatro etapas. Essas etapas são: pesquisa bibliográfica; fontes de dados – coletas e laudos emitidos pela 18ª Regional de Saúde de Cornélio Procópio; Trabalho de Campo; e elaboração cartográfica.

Na primeira etapa, estão contempladas as pesquisas realizadas em torno de estudos sobre a temática. Esses estudos se encontram no referencial teórico deste trabalho. Foram escolhidos artigos que auxiliaram no aprofundamento do tema, buscando elucidar dúvidas e responder questionamentos/problemas elencados, bem como subsidiar aprimoramento e atualização de conhecimentos necessários por meio de investigação científica sistematizada de obras já publicadas. Foram citados autores como Hirata (2019), Villar (2016), Bertolo, Hirata e Fernandes (2007), Drumond (2018), entre outros.

A etapa do levantamento das fontes de dados se resumiu à coleta de água das nascentes presentes na área rural do município de Nova América da Colina - Paraná. Vale ressaltar que os procedimentos para a coleta de amostra d'água se deram de acordo com o "Manual de Coleta e Envio de Amostras de Vigilância Ambiental" - LACEN (2020). Sendo assim, os EPI's necessários foram utilizados (jaleco, luvas e óculos de proteção). Desta maneira as amostras foram colhidas em vários frascos, pois de acordo com LACEN (2020), no caso de "coletar várias amostras em locais próximos, cada ponto de coleta será considerado uma

amostra diferente. A coleta é realizada em frascos diferentes para pesquisa de diferentes parâmetros”. Vale ressaltar que no que se refere a análise microbiológica, essas amostras devem anteceder qualquer outra, para evitar o risco de contaminação (LACEN, 2020).

Outros procedimentos tomados foram:

Para cada amostra coletada e devidamente identificada, deverá ser registrada uma Solicitação de Análise de Amostra Ambiental-Água no sistema GAL-Ambiental, contendo as informações que a caracterizam perfeitamente. No caso de impossibilidade de utilizar o GAL Ambiental as amostras podem ser encaminhadas com respectivo TAA (Termo de Apreensão de Amostra) contendo as informações necessárias. (...) os frascos de coleta são fornecidos pelo laboratório e deverão ser abertos somente no momento da coleta. Eles poderão conter conservantes e/ou reagentes, razão pela qual não devem ser lavados ou enxaguados antes da coleta. Para o exame microbiológico, se atentar ao prazo de validade presente no frasco. Se o frasco não for utilizado neste período, o mesmo deverá ser descartado (LACEN, 2020, p. 10).

Outra importante informação é que para análises microbiológica, as amostras devem ser colhidas antes de qualquer outra, além de que, para qualquer que seja a amostra, o frasco deve ter espaço de $\frac{3}{4}$ ocupados para evitar contaminações. Uma vez colhidas as amostras, estas deverão ser enviadas para o laboratório no menor tempo possível (LACEN,2020). Também é importante ter cuidado no transporte. Desta maneira, a amostra deve ser:

Transportada em caixa térmica refrigerada com gelo reciclável. No transporte da amostra, em caixa térmica, deverá ser tomado o cuidado para acondicionar a amostra de maneira que o frasco fique em pé e protegido, evitando que o mesmo tombe ocasionando quebra ou vazamento. Quando forem coletadas várias amostras, os frascos deverão ser acondicionados de maneira que não sofram atrito entre eles para evitar a quebra dos mesmos (LACEN, 2020, p. 10).

Todos estes cuidados foram observados e, em seguida, as amostras foram encaminhadas para laboratório, onde foram submetidas à rigorosa análise realizada pela 18ª Regional da Saúde de Cornélio Procópio, que se trata do órgão responsável pela saúde em geral da região. Após as análises, os laudos foram emitidos e pôde-se ter acesso ao nível de potabilidade das águas das nascentes da área de estudo.

No que se refere ao trabalho de campo, as nascentes onde foram colhidas as amostras foram observadas, analisadas e registradas por meio de fotografias, além da catalogação das coordenadas geográficas. As imagens auxiliaram também a confirmar que as nascentes de fato existem, podendo facilitar futuros trabalhos como este.

Por fim, este trabalho lançou mão de um *software* para processar dados geoespaciais, trata-se do software Quantum GIS (ou QGIS, como costuma ser chamado). Este programa se utiliza de código aberto e gratuito em seu processamento e tem como uma grande vantagem a disponibilidade de ser utilizado em diferentes sistemas operacionais, como o Windows, Linux e o Mac. A cartografia deste trabalho foi elaborada com o QGIS utilizando-se os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, do Instituto Água e Terra do Paraná e os dados coletados das análises das nascentes de água nesta pesquisa.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As águas subterrâneas têm se constituído cada vez mais como apoio no desenvolvimento de países, principalmente países em desenvolvimento, uma vez que são recursos estratégicos capazes de auxiliar no cumprimento da agenda 2030 da ONU. No que se refere ao Brasil, não é diferente, inclusive por subsidiar abastecimento público a milhares de pessoas e sustentar sistemas de irrigação utilizados na produção de alimentos, além de manter ecossistemas relevantes.

Para alcançar o objetivo desta pesquisa, faz-se necessário discutir o que é uma mina de água ou nascente e o conceito de águas subterrâneas. A nascente ou uma mina de água é “uma descarga concentrada da água subterrânea que aflora à superfície do terreno como uma corrente ou um fluxo de água” (Todd, 1967, p. 29). Dessa forma, as nascentes ou minas de água abastecem os rios, ribeirões e córregos. Ainda conforme o David Todd (1967), as minas de água ou nascentes podem ocorrer de diversas formas, por isso é importante levar em consideração a estrutura da rocha, a vazão, a temperatura e a variabilidade.

As águas subterrâneas, segundo Hirata *et al.* (2019, p. 13), “são aquelas que se encontram abaixo da superfície do solo, preenchendo completamente os poros das rochas e dos sedimentos, e constituindo assim os chamados aquíferos”. Esta é a definição padrão e a grande maioria dos autores e estudos a utilizam. Vale ressaltar que o Brasil possui dois dos maiores aquíferos do mundo, o Aquífero Guarani, que se estende pelos estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, além de abranger também territórios do Paraguai, Uruguai e Argentina; e o Alter do Chão, que se

estende pelos estados do Amazonas, Amapá e Pará; e outros menores como o aquífero Cabeças, o Urucuia-Areado e Furnas (Villar, 2016).

No que se refere à dinâmica das águas subterrâneas, é importante destacar que a falta de estudos e de conhecimento em torno desta vêm limitando o sucesso dos poços perfurados. Além disto, com a grande taxa de evaporação, muitos poços apresentam águas com elevado teor salino (Hirata, *et al.*, 2019).

O autor ainda discorreu a respeito da importância que as águas subterrâneas possuem no cotidiano do brasileiro. Assim, o autor afirmou que:

As águas subterrâneas são essenciais para a vida, não apenas por abastecerem as cidades e o campo e servirem de insumo para diversas atividades econômicas, mas também por sustentarem vários sistemas aquáticos como rios, lagos, mangues e pântanos. Sem as águas subterrâneas, as florestas em regiões de clima seco ou tropical não sobreviveriam, tampouco os ambientes aquáticos existiriam ou cumpririam as suas funções ambientais (Hirata, *et al.*, 2019, p. 7).

A respeito de sua importância, Bertolo, Hirata e Fernandes (2007) também destacaram outros aspectos. Mesmo não sendo do conhecimento de muitos, a água subterrânea abastece mais de 82 milhões de brasileiros, o que representa um total de 51% da população urbana, por meio de rede pública, em cerca de 52% dos municípios do país. Desta maneira, a água subterrânea garante o fluxo de água nos rios em época de estiagem, desempenhando também, uma função ecológica de diluição de esgoto e de efluentes, agindo também no transporte de sedimentos e manutenção dos ecossistemas (Bertolo; Hirata; Fernandes, 2007).

Ao tratar de manutenção e preservação de ecossistemas, discorreu-se nesta pesquisa sobre um tema relevante, que é a contaminação das águas subterrâneas. As formas de contaminação das águas subterrâneas podem ser as mais diversas e podem originar desde compostos químicos, passando por compostos orgânicos e inorgânicos tais como bactérias do grupo coliformes. Estas bactérias atuam como indicadores da qualidade higiênico-sanitária da água (Mendonça; Granada, 1999). Vale ressaltar que a detecção dos agentes patogênicos como bactérias, protozoários e vírus, presentes em amostras de água, é muito difícil por conta de suas baixas concentrações (Ayach, *et al.*, 2009).

Como as águas superficiais em sua maioria se mostram comprometidas, a utilização das águas subterrâneas para fins de abastecimento público se tornou uma opção assustadoramente crescente e real, o que é preocupante, uma vez que existe a falsa premissa de que as águas subterrâneas estão protegidas de contaminação (Ayach, *et al.*, 2009).

A poluição das águas subterrâneas provenientes de fontes urbanas ocorre pelo lançamento de esgotos sanitários em áreas não ligadas às redes coletoras de esgotos; vazamento no sistema de esgotos municipais; pela infiltração em lagoas de oxidação não revestidas, usadas no tratamento de esgotos; pela disposição de resíduos em áreas não revestidas (lixões); pela infiltração de produtos do petróleo, gasolina, óleo diesel e álcool carburante, provenientes dos tanques de estocagem dos postos de abastecimento e, também, devido à descarga no solo de despejos nitrogenados da indústria alimentícia (Ayach, *et al.*, 2009, p. 6).

A poluição das águas, sejam superficiais ou subterrâneas, ocorre quando essas não são devidamente tratadas e se tornam fonte de transmissão de doenças, sendo capaz de agir como meio de modificação de cultura para microrganismos patogênicos e causar doenças para quem a consome (Ratti, *et al.*, 2011).

Ratti *et al.*, (2011) afirmou que para que a água possa ser considerada potável, ela deve se encontrar dentro dos padrões estabelecidos pela vigilância sanitária. Assim, a água deve estar isenta de microrganismos ou de substâncias químicas que prejudicam a saúde humana para ser considerada potável.

Dentre vários contaminantes da água, existem os coliformes totais e coliformes fecais. Os coliformes totais constituem um grupo de bactérias formados por:

Bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativa, capazes de crescer na presença de sais biliares ou outros compostos ativos de superfície, com propriedades similares de inibição de crescimento, e que fermentam a lactose com produção de ácidos, aldeídos e gás a 35°C em 24-48 horas. Este grupo contém os seguintes gêneros: *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella* (Bettega, 2006, p. 950).

No que tange a presença das bactérias no meio aquático, a relação está no lançamento de esgoto doméstico de maneira in natura nos cursos d'água ou ao carreamento de fragmentos de solos expostos a fezes de animais. Dentre as bactérias mais encontradas e responsáveis pela contaminação dos lençóis de água subterrâneas estão as bactérias do gênero *Escherichia*, pertencentes à família *Enterobacteriaceae*, e que tem como espécie mais pesquisada mundialmente a *E. coli*. Esta espécie se destaca como problema para a saúde pública e por sua recorrência em doenças entéricas (Drumond, *et al.*, 2018).

Drumond *et al.* (2018) descreve a *E. coli* como sendo:

[...] uma bactéria gram-negativa, presente no trato intestinal de animais homeotérmicos, entre eles, o ser humano. É comensal, já que habita o intestino sem causar doenças. Apenas uma pequena parte das estirpes apresenta patogenicidade responsável por enfermidades, sendo seis os patótipos (grupos que apresentam diferentes mecanismos de virulência) de *E. coli* diarréiogênica que causam uma variedade de tipos de doenças, como, por exemplo, a síndrome hemolítico-urêmica (SHU) (Kuhnert *et al.*, 2000 *apud* Drumond, *et al.*, 2018, p. 580).

Outros autores realizaram estudos acerca desta bactéria. Mesmo que a ocorrência de doenças diarréicas em humanos no Brasil seja discreta, diversos estudos nacionais em rebanhos bovinos evidenciam a prevalência de cepas de STEC no país (Dias; Caputti, 2022).

Tortora, Funke e Case (2017) complementaram a descrição de Drumond, *et al.* (2017), salientando que:

A *Escherichia coli* é uma bactéria gram-negativa, em formato de bastonete, da ordem Enterobacteriale, que pode afetar o trato intestinal e urinário, é uma bactéria anaeróbica facultativa que pode possuir flagelos para sua locomoção ou podem ser imóveis. Algumas cepas de *E. coli* são comensais no trato intestinal, por isso normalmente não é uma bactéria patogênica, porém alguns fatores genéticos contribuem para a sua virulência, fazendo com que a *E. coli* se torne um microrganismo adaptado ao meio e causador de doenças. A presença de *E. coli* na água e alimentos indica contaminação fecal (Tortora; Funke; Case, 2017, p, 131).

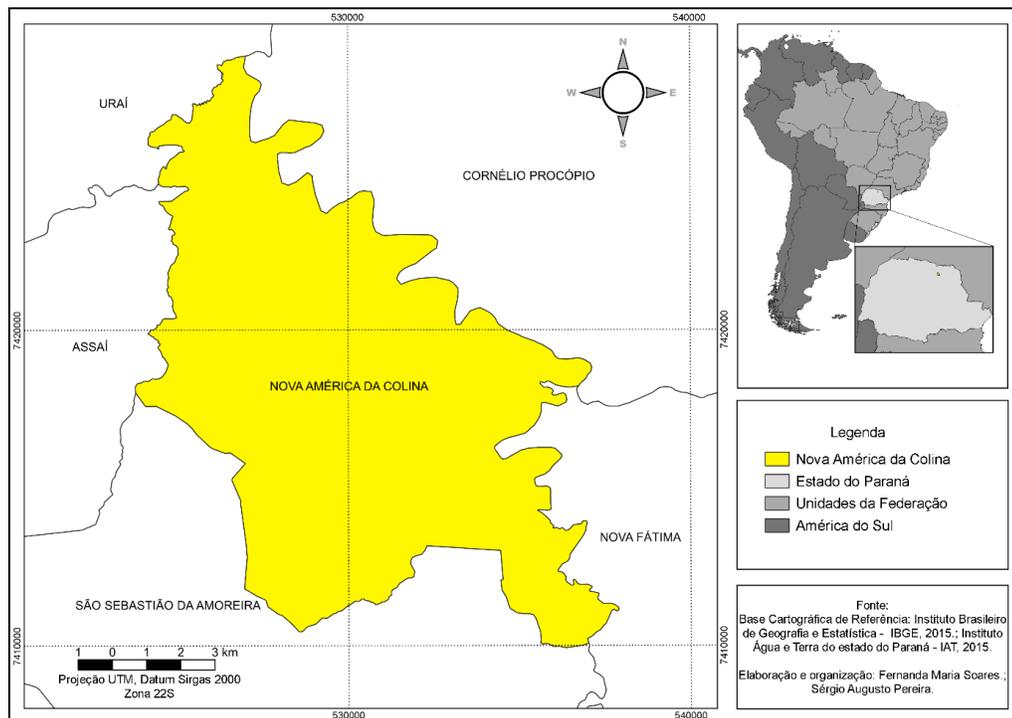
Todas as doenças transmitidas pela *Escherichia coli* configuram um quadro de patologias de veiculação hídrica, causadas pela presença de microrganismos patogênicos (bactérias, como a *Salmonella*, vírus, como o rotavírus, e parasitas como a *Giardia lamblia*) na água utilizada para diferentes usos.

Diante de tantos autores e informações resultadas em pesquisas, percebe-se que as bactérias supracitadas e patologias provocadas pelas mesmas ameaçam a saúde humana, por isso a importância de cuidados e aprofundamento no trato da água subterrânea. Sendo assim, no próximo tópico deste artigo foi dissertado a respeito da concentração de Coliformes Totais e da bactéria *Escherichia Coli* e do parâmetro de turbidez nas águas das nascentes que se localizam na área rural de Nova América da Colina.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados aqui analisados levam em conta as amostras colhidas em nascentes situadas na área rural do município de Nova América da Colina-PR. O município em questão,

conforme pode ser observado na figura 1, limita-se a noroeste com o município de Uraí, a nordeste com o município de Cornélio Procópio, ao sul com São Sebastião da Amoreira, a leste com Nova Fátima e a oeste com o município de Assaí.



De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE (2022), Nova América da Colina tem um território de 129,476 km², possuindo uma população de aproximadamente 3.280 pessoas com IDHM – dados de 2010 – de 0,698.

Foram escolhidas 10 amostras para serem investigadas, de forma que cada uma foi avaliada os parâmetros de Coliformes Totais, da presença da bactéria *Escherichia Coli* e de turbidez, bem como apresentou-se a sua localização, onde foi possível observar a paisagem ao entorno de cada nascente. Os dados das amostras podem ser observados na tabela 1. Na figura 2, pode ser observado a localização das nascentes onde as amostras foram coletadas.

Tabela 1 - Amostras de água das nascentes analisadas da área rural do município de Nova América da Colina - PR.

Amostra	Código	C. Totais	E.Coli	Conclusão	Turbidez z	Latitude	Longitude	Data
1	I411660000081	Presença	Presença	Insatisfatória	1,64	-23.336079	-50.710803	11/04/2023
2	I411660000083	Presença	Presença	Insatisfatória	4,44	-23.3217852	-50.7183376	17/05/2023
3	I411660000081	Presença	Presença	Insatisfatória	2,82	-23.3402247	-50.669439	22/05/2023
4	I411660000082	Presença	Presença	Insatisfatória	5,83	-23.3062167	-50.6824083	22/05/2023
5	I411660000081	Presença	Presença	Insatisfatória	4,47	-23.3346628	-50.6901076	22/05/2023
6	I411660000080	Presença	Presença	Insatisfatória	0,83	-23.3231083	-50.6931783	22/05/2023
7	I411660000001	Presença	Presença	Insatisfatória	2,12	-23.2862233	-50.751985	20/06/2023
8	I411660000081	Presença	Presença	Insatisfatória	0,83	-23.344835	-50.640484	20/26/2023
9	I411660000081	Presença	Presença	Insatisfatória	0,74	-23.344644	-50.640354	20/06/2023
10	I411660000083	Presença	Presença	Insatisfatória	0,79	-23.3183423	-50.721195	29/08/2023

Fonte: DATASUS, 2023. Adaptado pela autora, 2023.

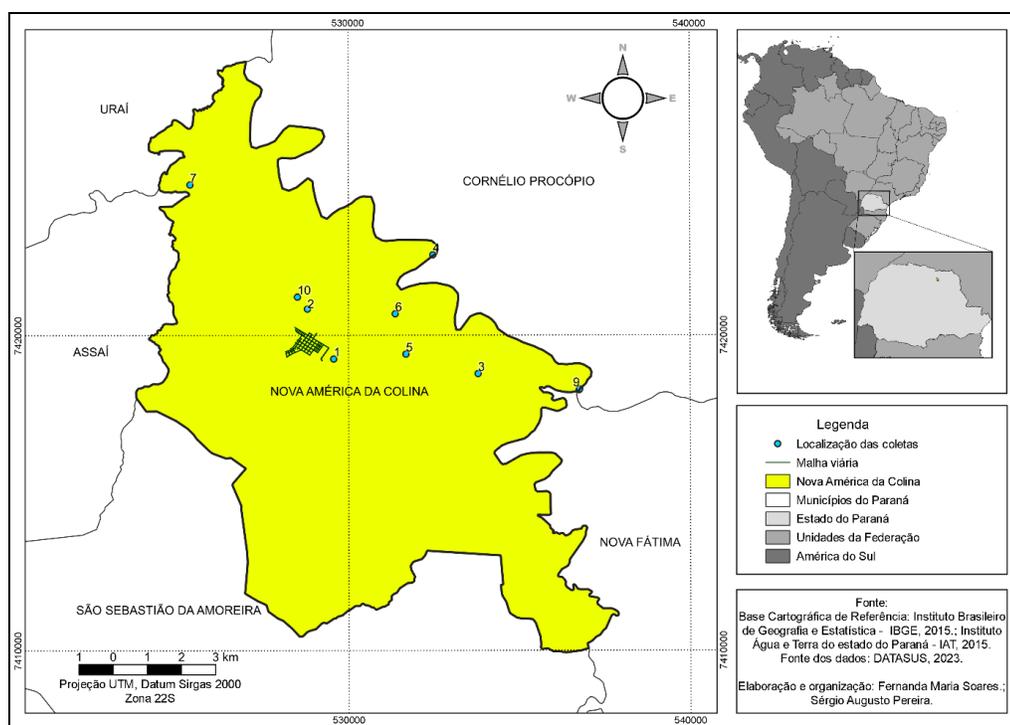


Figura 2 - Localização das nascentes onde ocorreram as coletas.

Fonte: IBGE, 2015.; IAT, 2015.; DATASUS, 2023.

Em relação aos aspectos físico-geográficos da área de estudo, portanto também das nascentes, o município de Nova América da Colina se localiza no Terceiro Planalto Paranaense (Maack, 2002). A geologia onde as nascentes se localizam é composta por Basalto, rocha

magmática extrusiva (Pereira, 2021). A pedologia onde as nascentes se encontram, com base nos dados do Instituto Água e Terra do estado do Paraná e publicado por Pereira (2021), é composta por Nitossolo (amostras 1, 3, 4, 7, 8 e 9) e Neossolo (Amostras 2, 5, 6 e 10). As nascentes estão localizadas sob o clima subtropical, sendo o tipo climático, segundo a classificação de Köppen, com base nos dados climáticos do Instituto Água e Terra do estado do Paraná, Cfa (Pereira, 2021). O tipo climático Cfa caracteriza-se como “clima subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes, sem estação seca e com poucas geadas. A média das temperaturas do mês mais quente é superior a 22° C, e a do mês mais frio é inferior a 18° C” (Marques, 2005, p. 41). A vegetação é composta pela Mata Atlântica (Maack, 2002).

Conforme pode ser observado na tabela 1, todas as amostras estão insatisfatórias e contêm a presença de Coliformes Totais e *Escherichia Coli*. Para o parâmetro de turbidez, apenas uma amostra está fora dos padrões de potabilidade exigidos pela à Portaria GM/MS N° 888, de 4 de maio de 2021, que “Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS n° 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”, conforme pode ser observado na figura 3. Essa Portaria estabelece que o valor máximo de Turbidez para fins de potabilidade da água é de 5,0 NTU, sendo que esse valor se estende para toda extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede) (Brasil, 2021).

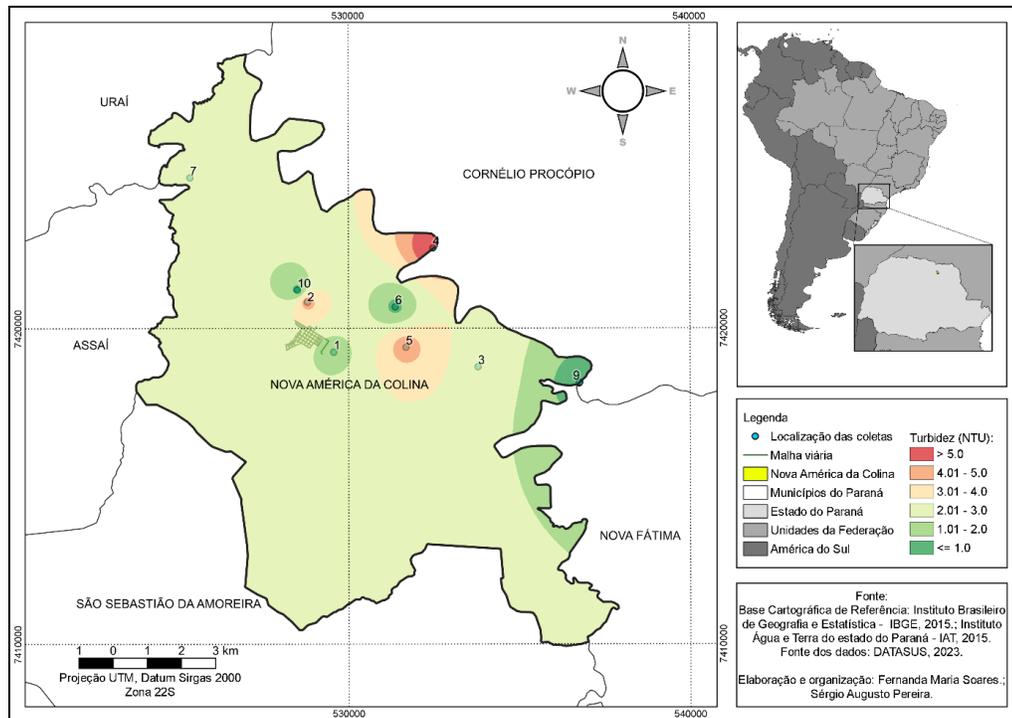


Figura 3 - Mapa da distribuição espacial de Turbidez (NTU) das amostras na área de estudo.
Fonte: IBGE, 2015.; IAT, 2015.; DATASUS, 2023.

Após a apresentação dos dados e da localização das nascentes onde foram realizadas as coletas, foi feita uma análise de cada amostra. A amostra 1 foi coletada no mês abril do ano decorrente. Em razão da análise ter observado a presença de Coliformes Totais e *Escherichia Coli*, a conclusão é de que a mesma é insatisfatória para o consumo humano. A turbidez apresentada é de 1,64 NTU, sendo uma quantidade aceitável, uma vez que o parâmetro é de 5,0 NTU. Vale lembrar que esta nascente está próxima à área urbana, em meio a mata fechada, não possuindo nenhuma fossa por perto (Figura 4).



**Figura 4 - Nascente onde foi coletada a amostra 1.
Fonte: Os autores, 2023.**

A amostra 2 foi coletada no mês de maio deste ano. Essa amostra é considerada insatisfatória por apresentar a presença de Coliformes Totais e *E. coli*. Por outro lado, sua turbidez encontra-se dentro do nível aceitável, com resultado de 4,44 NTU. Esta nascente está situada em área rural, porém possui fossas próximas a ela, uma vez que o sítio onde ela se localiza está ao lado de casas, pois se trata de uma área de agricultura familiar (Figura 5).



Figura 5 - Nascente onde foi coletada a amostra 2.
Fonte: Os autores, 2023.

A amostra 3, coletada também em maio deste ano, apresenta Coliformes Totais e *Escherichia Coli* no resultado de suas análises, portanto, considerada insatisfatório para o uso humano. Todavia, sua turbidez é cabível, posto que apresenta 2,82 NTU. Se trata de uma nascente localizada em zona rural, consideravelmente afastada da urbanização, próxima a área de pastagem e criação de gado, com pouca mata ao redor (Figura 6).

A amostra 4 (figura 7) também foi coletada no mês de maio deste ano e demonstrou em sua composição a presença de Coliformes Totais e *Escherichia Coli*, sendo, por conseguinte, considerada insatisfatória, uma vez que não é apropriada ao consumo humano.

A turbidez apresentada nessa amostra é considerada imprópria aos parâmetros estabelecidos, apresentando em seu resultado um nível de 5,83 NTU. Isso pode ser explicado pelo fato da nascente se encontrar na zona rural, sem cobertura vegetal, tendo ao seu redor plantio de culturas como milho e soja, intercaladamente, além de que há, em suas proximidades, fossas e criação de porco. Assim, esses fatores podem estar relacionados ao nível elevado de sujeiras e partículas impuras na água, sendo o índice mais elevado de turbidez dentre todas as amostras coletadas (figura 7).



**Figura 6 - Nascente onde foi coletada a amostra 3.
Fonte: Os autores, 2023.**



**Figura 7 - Nascente onde foi coletada a amostra 4.
Fonte: Os autores, 2023.**

A amostra 5 está situada em uma propriedade localizada na zona rural de Nova América da Colina e foi também coletada no mês de maio deste ano. Em análise, foi observado que sua turbidez se encontra dentro do parâmetro aceitável, apresentando 4,47 NTU. Contudo, revelou-se insatisfatória e imprópria ao consumo humano, posto que apresentou a presença

Coliformes Totais e *Escherichia Coli*. É importante ressaltar que esta nascente possui pouca, ou nenhuma cobertura vegetal (figura 8).



**Figura 8 - Nascente onde foi coletada a amostra 5.
Fonte: Os autores, 2023.**

A amostra 6 foi a última amostra coletada no mês de maio. Foi estabelecida como insatisfatória devido à presença de Coliformes Totais e *Escherichia Coli*. Entretanto, sua turbidez é percebida dentro dos padrões estabelecidos, com 0,83 NTU em seu resultado final. Está localizada na zona rural, não havendo fossa séptica nas proximidades. Por outro lado, também não há cobertura vegetal, sendo esta, uma área para utilização de agricultura (figura 9).



**Figura 9: Nascente onde foi coletada a amostra 6.
Fonte: os autores, 2023.**

A amostra 7, coletada no mês de junho deste ano, é outra amostra onde fora encontrado a presença tanto de coliformes totais quanto *E. coli*. Desta maneira esta amostra também se mostra insatisfatória, mesmo com sua turbidez sendo de 2,12 NTU. Esta se localiza próximo a área urbana e rodovia, tendo então, fossas por perto, além do cultivo de milho e soja (figura 10).

A amostra 8 (figura 11) se mostra insatisfatória, mesmo com um índice de turbidez entre os mais baixos em relação a todas as amostras, sendo este de 0,83 NTU. Esta amostra, coletada em junho do ano corrente, possui a presença de coliformes totais e também da bactéria *E. coli*. Ela se difere das anteriores, mesmo se localizando na área rural. O que a difere das outras amostras é o fato de que está em local com bastante cobertura vegetal, desaguando no rio Congonhas e, apesar de haver plantações de milho e soja na vizinhança, a vegetação fechada e o fato de não haver fossa por perto dão a esta amostra um dos menores valores de turbidez observados (figura 11).



**Figura 10 - Nascente onde foi coletada a amostra 7.
Fonte: Os autores, 2023.**



**Figura 11 - Nascente onde foi coletada a amostra 8.
Fonte: Os autores, 2023.**

A amostra 9 se localiza na zona rural onde há bastante cobertura vegetal, não possui fossa nas proximidades e, semelhante à amostra anterior devido sua localização ser próxima, também deságua no rio Congonhas. Esta amostra fora coletada também em junho deste ano. Apresenta Coliformes Totais e *Escherichia Coli* no resultado de suas análises, portanto, considerada insatisfatório para o uso humano. Sua turbidez é cabível, posto que apresenta 0,74

NTU, sendo assim, a amostra com melhor índice de turbidez obtido dentre todas as coletas, pois se trata de uma área de agricultura familiar tendo apoio técnico do Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural - EMATER (figura 12).



**Figura 12 - Nascente onde foi coletada a amostra 9.
Fonte: Os autores, 2023.**

A última amostra (amostra 10 - figura 13) fora coletada em agosto deste ano, apresentando uma turbidez de 0,79 NTU, segundo melhor índice dentre as amostras. Esta amostra, assim como todas as outras, também se mostrou insatisfatória para consumo humano, pois nela se encontra a presença de coliformes totais e *E. coli*. Ela está situada na zona rural, em meio a área de pastagem, sem qualquer cobertura vegetal (figura 13).



**Figura 13 - Nascente da mina onde foi coletada a amostra 10.
Fonte: Os autores, 2023.**

Vale destacar que o Ministério da Saúde, ao publicar a Portaria 518/2004, tratando sobre as normas de qualidade da água para consumo humano, prevê no cap. IV, art. 11, inciso 9º, ao falar sobre a potabilidade que:

§ 9º Em amostras individuais procedentes de poços, fontes, nascentes e outras formas de abastecimento sem distribuição canalizada, tolera-se a presença de coliformes totais, na ausência de *Escherichia coli* e, ou, coliformes termotolerantes, nesta situação devendo ser investigada a origem da ocorrência, tomadas providências imediatas de caráter corretivo e preventivo e realizada nova análise de coliformes (Brasil, 2004, p. 16).

Não apenas a preservação dessas nascentes se faz importante, mas também a recuperação da qualidade da água advinda delas. Evitar as contaminações para que esta água se torne propícia ao consumo humano passa por medidas que podem e devem ser tomadas. Uma das estratégias para melhorar a qualidade da água nas minas é aumentar a cobertura vegetal entorno das nascentes.

Existem leis para proteção dessas áreas onde as nascentes estão localizadas e pode-se enumerar como principais causadores de contaminações dessas nascentes a degradação de matas com caráter ciliar, favorecimento de assoreamento, erosões próximas a essas áreas e o acesso de animais a essas nascentes (Pinto; Roma; Balieiro, 2012).

Logo, entende-se que a preservação de cobertura vegetal, como mata ciliar, ou não, será de grande importância na mitigação da má qualidade da água destas nascentes e, em tempo, contribuirá para que a erosão em áreas próximas seja diminuta também. Isto se apoia na Resolução 303/2002 da CONAMA (Brasil, 2002), onde se prevê preservação de mata nativa em 50 metros de raio entorno de nascentes. Além disto, cercar o local para evitar acesso de animais auxiliará para que as águas dessas nascentes não apresentem ou tenham menores concentrações de *E. coli* e coliformes totais (Pinto; Roma; Balieiro, 2012).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa atingiu seu objetivo proposto que foi o de analisar a qualidade da água de 10 nascentes (minas) localizadas na zona rural do município de Nova América da Colina, no Norte do Paraná mediante a metodologia da coleta dessas amostras que foram enviadas para a 18ª Regional de Saúde, localizada no município de Cornélio Procópio - PR.

Das 10 amostras enviadas para análise, todas se mostraram impróprias para consumo humano, pois 100% das amostras apresentaram quantidade significativas de coliformes totais e da bactéria *E. coli*. Se faz importante destacar que 90% das amostras demonstraram turbidez dentro dos limites exigidos pela legislação brasileira, havendo, portanto, apenas a amostra 4 com valores acima do permitido.

Os resultados demonstraram que a água das nascentes analisadas não é adequada para o consumo humano, principalmente devido à presença de coliformes totais e *Escherichia coli*, indicativos de contaminação fecal. Nesse sentido, reforça-se a necessidade de medidas de proteção e monitoramento das nascentes na zona rural do município de Nova América da Colina - PR.

Percebeu-se também que a maioria das coletas foram realizadas em nascentes que não possuíam cobertura vegetal densa, estando localizadas em áreas de pastagem, o que facilita a contaminação da nascente, seja por meio da presença de animais ou pela existência de fossas e lavouras que empregam agrotóxicos em seu manuseio. Dessa forma, esta pesquisa aponta para a necessidade de implementação de ações de conservação e recuperação das áreas de proteção das nascentes, como a instalação de sistema de saneamento adequado e o plantio de vegetação nativa no entorno das nascentes.

Ressalta-se que não fora verificado se as águas das nascentes dessas 10 amostras são utilizadas para o consumo humano, sendo este um possível futuro tema para outras pesquisas que complementarão o presente trabalho, podendo levar em conta, inclusive, a reverberação do consumo dessas águas para a saúde pública do município em questão.

REFERÊNCIAS

- AYACH, Lucy Ribeiro.; PINTO, André Luiz.; CAPPI, Nanci.; GUIMARÃES, Solange T. de Lima. Contaminação das Águas Subterrâneas por Coliformes: Um Estudo da Cidade de Anastácio-MS. **Climatologia e Estudos da Paisagem**. Rio Claro. v.4, n.1, p. 5 - 26, jan.- jun. 2009.
- BERTOLO, Reginaldo.; HIRATA, Ricardo.; FERNANDES, Amélia. Hidrogeoquímica das águas minerais envasadas do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 37, p. 515-529, 2007.
- BETTEGA, Janine Maria Pereira Ramos *et al.* Métodos analíticos no controle microbiológico de água para consumo humano. **Cienc. agrotec.** V. 30, n. 5, p. 950-954, 2006.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria GM/MS Nº 888, de 4 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 05 de mai. 2021.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Portaria nº 518/2004**. Brasília, 2004. 28 p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 303**, de 20 de março de 2002. Brasília, 2002.
- DIAS, Débora do Nascimento Araújo.; CAPUTTI, Giovanna Sallum. **Escherichia coli**: Fatores de Virulência e Patogenicidade. 2022. 23 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Biomedicina, Faculdade UNA - Pouso Alegre, Minas Gerais, 2022.
- DRUMOND, Sheila Neves *et al.* Identificação molecular de Escherichia coli diarreio gênica na Bacia Hidrográfica do Rio Xopotó na região do Alto Rio Doce. **Eng. Sanit. Ambient.** V. 23 n. 3, maio/jun 2018, p. 579-590.
- FARIA, Simone Alves de.; FARIA, Ricardo Coelho de. Cenários e perspectivas para o setor de saneamento e sua interface com os recursos hídricos. **Eng. San. Ambient.** V. 9, n. 3, p. 202-210, 2004.
- HIRATA, Ricardo; *et al.* **As águas subterrâneas e sua importância ambiental e socioeconômica para o Brasil**. São Paulo: Universidade de São Paulo / Instituto de Geociências, 2019.

IAT – Instituto Água e Terra do estado do Paraná. **Mapas e Dados Espaciais**. 2015. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Mapas-e-Dados-Espaciais>. Acesso em: 30 de ago. 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Downloads**, 2015. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>. Acesso em: 30 de ago. 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro de 2022**. Paraná: IBGE, 2023.

LACEN - PARANÁ. **Manual de Coleta e Envio de Amostras de Vigilância Ambiental**. Laboratório Central do Estado do Paraná. Curitiba, 2020.

MAACK, Reinhard. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 3ª Ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.

MARQUES, Joyce Meri Sera. O clima, a vegetação e a hidrografia. In: SCORTEGAGNA, Adalberto.; REZENDE, Cláudio J.; TRINCHES, Rita Inocência. **Paraná Espaço e Memória: diversos olhares histórico-geográficos**. Curitiba: Editora Bagozzi, 2005. p. 34 - 55.

MENDONÇA, Carla R.; GRANADA, Grazielle G. Coliformes em Açougues de Pelotas-RS. **Rev. Bras. de Agrociência**, v.5, no 1, p. 75-76, jan.-abril,1999.

PEREIRA, Sérgio Augusto. **Teores de nitrato nas águas subterrâneas do Sistema Aquífero Serra Geral (SASG): análise na região do Norte Pioneiro do Estado do Paraná**. 2021. 156 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, 2021.

PINTO, Lilian Vilela Andrade.; ROMA, Talita Nazareth.; BALIEIRO, Kátia Regina de Carvalho. **Avaliação qualitativa da água de nascentes com diferentes usos do solo em seu entorno**. *Cerne, Lavras*, v. 18, n. 3, p. 495-505, jul./set. 2012.

RATTI, Bianca Altrão *et al.* Pesquisa de coliformes totais e fecais em amostras de Água coletadas no bairro zona sete, na cidade de Maringá-PR. In: VII EPCC - Encontro Internacional de Produção Científica, 2011, Maringá. **Anais eletrônicos** [...] Maringá: Editora CESUMAR, 2011. p. 1 - 4. Disponível em: [http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2011/anais/bianca_altrao_ratti%20\(1\).pdf](http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2011/anais/bianca_altrao_ratti%20(1).pdf) Acesso em: 16 de ago. 2023.

RIBEIRO, Maria Lúcia *et. al.* Contaminação de águas subterrâneas por pesticidas: avaliação preliminar. **Química Nova**. V. 30. N. 3, p. 688-694, 2007. Disponível em <https://www.scielo.br/j/qn/a/8hhqVmgS7Kc9vgKdSYPRJjP/>. Acesso em 15 de nov. 2023.

SHIKLOMANOV, Igor A. **World Water Resources – a new appraisal and assessment for the 21st century**. Paris: International Hidrological Programme/ONU, 1998, 37p. 1998.

TODD, David Keith. **Hidrologia de Águas Subterrâneas**. Tradução de Araken Silveira e Evelyn Bloem Souto Silveira. São Paulo: Edgar Blücher LTDA, 1967.

TORTORA, Gerard J. FUNKE, Berdell R., CASE, Christine L. **Microbiologia**. 12. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2017.

VILLAR, Pilar Carolina. As águas subterrâneas e o direito à água em um contexto de crise. **Ambiente & Sociedade**. São Paulo, v. XIX, n. 1, p. 83-102, jan.-mar. 2016.

Recebido em 29/02/2024
Aprovado em 15/11/2024