
Evaluation of water quality from artesian wells in the urban area of Lucas do Rio Verde - MT

Avaliação de qualidade de água de poços artesianos na área urbana de Lucas do Rio Verde - MT

Received: 2023-05-03 | Accepted: 2023-06-10 | Published: 2023-06-15

Gabrielle Ganzer Fernandes

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9745-1315>

Instituto Federal de Mato Grosso – Campus Avançado Lucas do Rio Verde, Mato Grosso, Brasil.

E-mail: gabrielleganzer@gmail.com

Willian Henrique Lima dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0662-1003>

Instituto Federal de Mato Grosso – Campus Avançado Lucas do Rio Verde, Mato Grosso, Brasil.

E-mail: william.l@estudante.ifmt.edu.br

Tatiane Franciely Chupel

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2872-1782>

Instituto Federal de Mato Grosso – Campus São Vicente, Mato Grosso, Brasil.

E-mail: tatiane.chupel@ifmt.edu.br

Juciléia da Silva Arrigo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2122-2684>

Instituto Federal de Mato Grosso – Campus Avançado Lucas do Rio Verde, Mato Grosso, Brasil.

E-mail: jucicleia.arrigo@ifmt.edu.br

ABSTRACT

The use of water from wells is a necessity in urban and rural areas, depending on population development and the lack of quick and effective water distribution. Thus, this research aimed to evaluate the water quality of artesian wells located in the municipality of Lucas do Rio Verde - MT. In the methodology, microbiological analysis was carried out and the physical-chemical parameters of water samples were evaluated, collected in wells distributed in the urban area of the city without access to the water and sewage treatment network. The results showed that 70% of the samples were contaminated by total and thermotolerant coliforms and the presence of *Escherichia coli*, in addition to irregularities in the physicochemical analyses. It was found that the areas under study had incorrect infrastructure of water collection wells, drilled in environments considered inappropriate and without proper maintenance. Technical reports were presented to the owners of the wells, with the aim of making them aware of the risks of consuming contaminated water and guiding them to solve this problem. It is concluded that the research was of great importance encouraging further studies to be carried out.

Keywords: Water quality 1; Coliforms 2; Microbiological Analysis 3; Artesian Wells 4.

RESUMO

A utilização de água de poços é uma necessidade em áreas urbanas e rurais, conforme o desenvolvimento populacional e a falta de distribuição de água de modo rápido e eficaz. Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a qualidade de água de poços artesianos localizados no município de Lucas do Rio Verde - MT. Na metodologia foram realizadas análises microbiológicas e avaliados os parâmetros físico-químicos de

amostras de água, coletadas em poços distribuídos na área urbana da cidade sem acesso à rede de tratamento de água e esgoto. Os resultados demonstraram que 70% das amostras estavam contaminadas por coliformes totais, termotolerantes, com presença de *Escherichia coli*, além de irregularidades nas análises físico-químicas. Foi constatado que as áreas em estudo possuíam infraestrutura incorreta dos poços de coleta de água, perfurados em ambientes considerados impróprios e sem manutenção adequada. Laudos técnicos foram apresentados aos proprietários dos poços, com o objetivo de conscientizá-los sobre os riscos de consumir água contaminada e orientá-los para resolução desse problema. Conclui-se que a pesquisa foi de grande importância fomentando que estudos mais aprofundados sejam realizados.

Palavras-chave: Qualidade de água 1; Coliformes 2; Análises Microbiológicas 3; Poços Artesianos 4.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial em todos os processos biológicos e produtivos, primordial para a manutenção dos seres vivos, para a cadeia produtiva e ambiente indispensável para inúmeras espécies de animais e vegetais (OLIVEIRA et al., 2018). Segundo a Declaração Universal dos Direitos da Água, o direito à água é um dos direitos fundamentais do ser humano: o direito à vida, tal qual é estipulado no artigo 3º da Declaração Universal dos Direitos Da Água (CMQV, 2023).

A superfície terrestre conta com 70% do seu total sendo coberto por água, no entanto, 97,5% da água existente no mundo é salgada e não é adequada ao nosso consumo direto. Com apenas 2,5% de água doce, sendo que a maior parte (69%) está concentrada em geleiras, problemas como escassez, contaminação e desperdício deste recurso tornam necessários planos de uso, monitoramento e conservação da qualidade da água a partir de ações locais até a esfera federal (BRASIL, 2023). Estima-se que sendo uma opção os processos de dessalinização, contudo processo que necessitam de alto investimento. Logo, o uso desse bem precisa ser pensado para que não prejudique nenhum dos diferentes usos que ela tem para a vida.

Deste modo, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) é responsável pelo regulamento do uso da água em todo o país, onde ocorre o tratamento e monitoramento da qualidade da água para consumo. Junto com o Sistema Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos (SINGREH), são instituições importantes para monitorar o uso da água, evitando desperdícios, e incentivam ações voltadas à conservação de nascentes, rios, riachos e lagoas (PNQA, 2023).

No Brasil, cerca de 93 trilhões de litros de água são captados anualmente de fontes superficiais e subterrâneas para atender aos diversos usos consuntivos (ANA, 2019). No meio rural, por exemplo, a água é bastante suscetível às diversas alterações de potabilidade, o abastecimento hídrico acontece por nascentes e poços artesianos, que normalmente, não possuem o devido cuidado higiênico sanitário, por se encontrarem próximos a áreas de pastagem animal, esterqueiras ou abatedouros (BIRKHEUER et al., 2017).

O total de 1,6% do abastecimento de água humano rural deve apresentar características sanitárias adequadas, como ausência de microrganismos patogênicos ou substâncias contaminantes, primando pela prevenção de doenças e o bem-estar da população. Depósitos de

água subterrâneos estão protegidos por natureza própria, entretanto, estes não estão isentos de agentes de poluição e contaminação (SILVEIRA, 2018).

Os padrões de potabilidade, vigentes em legislações e legalmente aplicadas, se referem ao tratamento de água. Assim, a avaliação da qualidade microbiológica da água tem um papel destacado no processo de análise de potabilidade, em vista do elevado número e da grande diversidade de microrganismos patogênicos, em geral de origem fecal, que pode estar presente na água (BRASIL, 2006). O controle da qualidade da água para consumo humano age sobre as diferentes formas de seu abastecimento, seja na área urbana, rural, de gestão pública ou privada. É importante reconhecer o monitoramento da qualidade da água como mecanismo de verificação da sua potabilidade para consumo humano (UNGARI et al., 2018).

Em Lucas do Rio Verde, município de Mato Grosso, há locais pelos quais não há fornecimento de água tratada. Algumas propriedades utilizam poços perfurados de modo irregular, sem profundidade e manutenção adequada, com a presença de fossas sépticas, criação de animais e outros possíveis contaminantes para esses poços. Em razão deste contexto, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar a qualidade microbiológica e parâmetros físico-químicos da água de poços artesianos na cidade de Lucas do Rio Verde - MT, assim como fornecer laudos técnicos aos responsáveis pelos poços com o intuito de informar os moradores sobre a qualidade da água que estão utilizando.

METODOLOGIA

ESTUDO DE CAMPO

Esta pesquisa foi realizada através de um levantamento dos pontos da cidade de Lucas do Rio Verde - MT que, atualmente, não são abastecidos com rede de água e esgoto. Logo, os moradores constroem poços de forma irregular, sem controle de profundidade e o tempo de utilização vazão/dia e a demanda hídrica.

Localização dos pontos de coleta das amostras

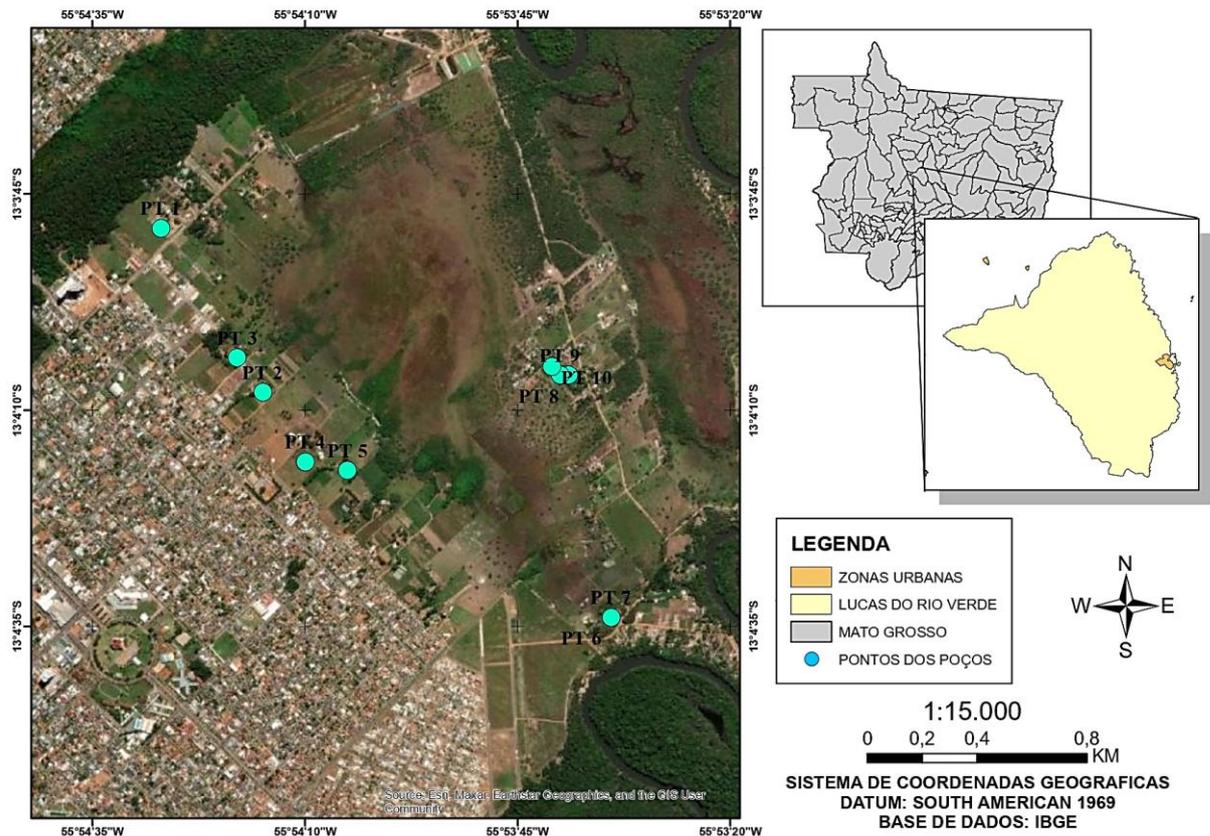
Para a coleta foram determinados 10 pontos que possuem poços de origem irregular, com manutenção inadequada da água usada propriamente para consumo humano (Figura 1). Os pontos de coleta foram determinados por coordenadas no GPS na região de Lucas do Rio Verde - MT (Tabela 1).

Tabela 1 - Pontos de coletas com coordenadas por GPS na região de Lucas do Rio Verde - MT.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 13° 3' 49" | 13° 4' 8" | 13° 4' 4" | 13° 4' 16" | 13° 4' 17" | 13° 4' 34" | 13° 4' 4" | 13° 4' 6" | 13° 4' 6" | 13° 4' 5" |
| S | S | S | S | S | S | S | S | S | S |
| 55° 54' 27" | 55° 54' 15" | 55° 54' 18" | 55° 54' 10" | 55° 54' 5" | 55° 53' 34" | 55° 53' 34" | 55° 53' 39" | 55° 53' 40" | 55° 53' 41" |
| W | W | W | W | W | W | W | W | W | W |

Fonte: Fernandes (2022).

Figura 1 - Mapeamento dos pontos de coleta em Lucas do Rio Verde - MT.



Fonte: Fernandes (2022).

Tabulação e Análise dos Dados

A coleta dos dados para a análise das condições de saneamento básico dos moradores foi realizada de forma observacional, conforme localização da moradia e através da aplicação de questionários, com perguntas avaliando o perfil de saneamento básico, distância dos poços para as fossas sépticas, presenças de criação de animais e possíveis reclamações sanitárias dos anos anteriores. Observou-se, também, a falta de informação por parte da comunidade sobre a qualidade da água consumida e possíveis doenças veiculadas a ela. Os dados obtidos foram tabulados no programa Excel versão 2013 (Microsoft® Corporation, USA).

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

Para o presente estudo, foram utilizados os parâmetros estabelecidos pela Portaria GM/MS N° 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”. No que diz respeito ao consumo humano, a portaria esclarece que a água deve ser isenta de coliformes totais, termotolerantes e *Escherichia coli*. A partir desse parâmetro, analisou-se os dados obtidos através dos resultados conforme as amostragens, definindo uma média do nível de potabilidade de cada

região. Avaliou-se, também, a influência dos pontos de contaminação (fossas sépticas) sobre a qualidade da água consumida.

COLETA DAS AMOSTRAS

Para a coleta das amostras de água, utilizou-se frascos esterilizados, luvas, etiquetas de identificação com coordenadas do local, horário da coleta e aferição de temperatura. As coletas foram realizadas em 10 poços, entre os meses de agosto, setembro e outubro de 2022, com intervalo de 30 dias. Deste modo, totalizando, na pesquisa, 30 amostras obtidas para as análises microbiológicas e físico-químicas. Todas as coletas foram autorizadas por documentação assinada pelos proprietários e responsáveis pela localização dos poços.

ANÁLISES DAS AMOSTRAS

A avaliação da potabilidade da água consumida por cada região seguiu o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da ANA (Agência Nacional de Águas), de 2011, comparando com os padrões estabelecidos pelos órgãos regulamentadores.

As análises das amostras constituem-se em dois processos: microbiológica e físico-química. No processo microbiológico, foram realizadas análises para determinação de coliformes totais, que se processam por meio de duas etapas (ensaio presuntivo e confirmativo). Em relação às análises físico-químicas, realizou-se testes de pH, Condutividade Elétrica, Turbidez, Nitrato e Fósforo. As análises físico-químicas das amostras coletadas de água foram realizadas em triplicata, conforme as recomendações da Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2011 (BRASIL, 2011).

ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Para a determinação da presença de coliformes totais e termotolerantes, utilizou-se o método do Número Mais Provável (NMP). Uma técnica estatística em que o meio se encontra em duas concentrações diferentes, 10^{-1} consistia em um meio com concentração dupla, sendo a concentração 10^{-2} ; 10^{-3} , concentrações simples. As amostras foram inoculadas em séries de tubos contendo Caldo Lauril Triptose, conforme a Norma Técnica L5.202 da CETESB, 2018.

Na primeira etapa, foi realizado o teste presuntivo para coliformes totais, em que foi inoculado as amostras em tubos contendo 10 mL de caldo lauril. Distribui-se 10 mL do meio duplo, e do meio simples, adicionando tubos de durham, para avaliação da presença de gás, levando a autoclave a 121°C , durante 15 minutos. Após esterilização do meio, foi realizada a inoculação da amostra, sendo 10 mL de amostra 10^{-1} , 1 mL a 10^{-2} e $100\mu\text{L}$ a 10^{-3} . Incubada a $35 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ por 24 h, segundo a Norma Técnica L5.202 da CETESB, 2018. Para confirmar a presença de coliformes totais, utilizou-se o teste confirmativo, com a transferência de alçada das culturas de todos os tubos positivos da análise presuntiva, para tubos contendo caldo lactosado verde brilhante e bile e incubados por 48 horas a 37°C .

Na análise de presença de *Escherichia coli*, foi feita a inoculação das culturas positivas em tubos contendo caldo E.C., os quais foram incubados 44°C por 24 horas. Com produção de

gás a partir da fermentação do meio é indicação de prova confirmativa positiva para presença de coliformes termotolerantes.

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Potencial Hidrogeniônico (pH)

O Potencial Hidrogeniônico (pH) foi determinado pelo método potenciométrico, com o pHmetro digital portátil da marca Metrohm, modelo 913 pH Meter, previamente calibrado com soluções tampão de pH 7,0 e de pH 4,0, com resultados expressos em escala logarítmica de pH. Dentro das resoluções CONAMA 357, 396 e 430, se estabelece que o pH deve estar entre 6 e 9.

Análise de Condutividade Elétrica (C.E.)

Para a Condutividade Elétrica (C.E.), foi utilizado o condutivímetro digital portátil da marca Metrohm, modelo 913 pH Meter, com resultados expressos na escala de $\mu\text{S}/\text{cm}$. São considerados padrões usados em literatura de 30 a $100\mu\text{S}/\text{cm}$.

Análise de Turbidez

O teste de turbidez baseou-se na leitura da intensidade da luz, em que foi utilizado o Espectrofotômetro Visível Faixa 320-1100 NM DR3900 HACH. Segundo a OMS (Organização Mundial da Saúde), o limite máximo de turbidez em água potável deve ser 5 UNT.

Análise de Nitrato

A determinação de nitrato tem referência em medidas de nitrogênio. Nesta análise foi utilizado o método 8192 (Cadmium Reduction Method) da Hach com reagentes NitraVer 6 Nitrate Reagent Powder Pillow; NitriVer 3 Nitrite Reagent Powder Pillow. Segundo Resolução Conama n° 357, o limite máximo de nitrato em água potável deve ser 10 mg/L.

Análise de Fósforo

A avaliação de fósforo tem como objetivo o controle de organismos biológicos. Nesta análise foi utilizado o Espectrofotômetro Visível Faixa 320-1100 NM DR3900 HACH. Segundo as Resoluções Conama n° 357, 396 e 430, o limite máximo de fósforo em água potável deve ser 0,15 mg/L.

LAUDO TÉCNICO

Ao final da pesquisa, foi realizada a confecção dos laudos técnicos com informações das análises de cada ponto em que foram realizadas as coletas de amostras de água. Os laudos foram entregues aos responsáveis por cada poço, apresentando-lhes os resultados da pesquisa sobre a qualidade da água, testando a presença de coliformes fecais e termotolerantes, do município de Lucas do Rio Verde - MT, e revelando os riscos à saúde dos consumidores da água, com base nos padrões de potabilidade estabelecidos na Portaria GM/MS N°888 DE 4 DE MAIO DE 2021, pelo Ministério da Saúde.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As famílias que residem em regiões que não possuem redes de água tratada e de esgoto na área urbana de Lucas do Rio Verde – MT, utilizam as águas subterrâneas através de poços pela necessidade e facilidade de obtê-las. No entanto, correm risco de saúde pública pela falta de monitoramento da qualidade dessa água. Conforme o ambiente de abastecimento de água, podem acarretar doenças por veiculação hídrica, devido à contaminação da água por dejetos de esgotos lançados de forma incorreta ao meio ambiente. Para estabelecer a qualidade de água, é importante que haja monitoramento como instrumento de verificação da sua potabilidade para consumo, conforme os padrões pré-estabelecidos na legislação que estão descritos na Norma de Potabilidade da Água através da Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 (LEITE, 2020).

O estudo mostrou que as formas de contaminação encontradas no local de pesquisa variam em diversos tipos de fontes infectantes: criação de animais nas proximidades dos poços, presença de fossas sépticas ou fertirrigação de efluentes sem tratamento; fatores que podem acarretar contaminação microbiológica do solo e conseqüentemente contaminando a fonte de água subterrânea (Figuras 2A e 2B). A associação fossa-poço é comum em propriedades rurais, aumentando os riscos de proliferação de parasitas e doenças por meio da contaminação da água subterrânea. A irrigação de hortaliças, frutas e verduras com água de mananciais contaminados com esgotos domésticos e o uso direto no solo de resíduos de suínos, bovinos e aves, como a cama-de-frango, são fontes de contaminação dos produtos agrícolas e das águas subterrâneas (BERTONCINI, 2008).

Figura 2A e 2B - Locais dos poços para coleta de amostras de água em Lucas do Rio Verde - MT.



Fonte: Fernandes (2022).

Segundo Bilibio et al. (2021) um dos motivos pelos quais o Brasil ainda não possui efetivamente a garantia do direito ao saneamento básico a toda a população é decorrente da falta de investimento necessário para infraestrutura. Os sistemas convencionais de tratamento, são considerados caros, principalmente para atender comunidades de baixa renda e afastadas dos centros urbanos. No caso de empresas, deveriam realizar o tratamento do efluente antes de realizar a dispersão em solo licenciado.

Ferraz (2021), mostra uma preocupação importante relacionada com o reuso de efluentes lácteos em solos é o potencial de lixiviação de contaminantes no perfil, podendo alcançar reservatórios de água subterrânea. O sistema de irrigação do efluente é uma das maneiras de aproveitamento, reuso consciente e sustentável da água. No entanto, quando não tratado corretamente para a utilização, pode apresentar riscos sanitários e ambientais aos moradores (OLIVEIRA et al., 2021).

Nas áreas pesquisadas, constatou-se, que os poços possuíam uma distância inferior a 30 metros das fossas sépticas. Este dado está em desacordo com a Lei Estadual N° 1.172, de 17 de novembro de 1976, na qual elucida que em áreas sem sistemas públicos de esgotos sanitários ou abastecimento de água, a distância mínima entre o poço ou outro sistema de captação de água e o local de infiltração do efluente de fossa séptica deve conter no mínimo de 30 metros. Logo, evidencia-se um importante fator contaminante das águas dos poços pesquisados.

ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

A Portaria GM/MS N° 888, de 4 de maio de 2021, determina que, a água para consumo humano deve seguir padrões microbiológicos, que consistem na ausência de Coliformes Totais, Coliformes Termotolerantes e *Escherichia coli* em 100 mL de amostra de água. Os resultados obtidos nas análises microbiológicas foram realizados utilizando o método número mais provável (NMP). Os pontos de coleta 4, 6 e 7 apresentaram resultados negativos para a contaminação de coliformes. Já as amostras 1, 2, 3, 5, 8, 9 e 10 apresentaram níveis altos de contaminação, com valores variando entre $\pm 70/100$ mL a $\pm 700/100$ mL em 70% das amostras (Tabela 2).

Tabela 2 - Resultado das análises microbiológicas realizadas nas amostras em triplicata.

| Pontos de coleta | Número de Tubos Positivos | | | C. Totais NMP/100mL | C. Termotolerantes NMP/100mL | E. Coli |
|------------------|---------------------------|----------|---------|---------------------|------------------------------|----------|
| | Agosto | Setembro | Outubro | | | |
| 1 | 5-5-5 | 5-4-2 | 5-3-4 | >280 | 120 | Positivo |
| 2 | 5-5-5 | 5-3-3 | 3-1-0 | 170 | >70 | Positivo |
| 3 | 5-5-4 | 4-3-0 | 4-2-3 | >280 | 120 | Positivo |
| 4 | 0-0-0 | 0-0-0 | 0-0-0 | - | - | - |
| 5 | 5-5-5 | 5-3-2 | 5-4-2 | 430 | 200 | Positivo |
| 6 | 0-0-0 | 0-0-0 | 0-0-0 | - | - | - |
| 7 | 0-0-0 | 0-0-0 | 0-0-0 | - | - | - |

| | | | | | | |
|-----------|-------|-------|-------|-------|------|----------|
| 8 | 5-4-5 | 5-5-3 | 5-5-4 | 430 | 200 | Positivo |
| 9 | 5-5-4 | 5-3-4 | 5-5-4 | 1600 | <600 | Positivo |
| 10 | 5-5-4 | 5-3-4 | 5-5-3 | >1600 | >700 | Positivo |

Fonte: Fernandes (2022).

As amostras com alto teor de contaminação por coliformes possuem grande potencial poluidor, devido a má infraestrutura e reparo dos poços de água. Rosa e colaboradores (2023), encontraram resultados semelhantes nas análises microbiológicas em poços no interior de Rondônia, com 83% das amostras contaminadas por coliformes totais, enquanto o índice de contaminação por coliformes termotolerantes foi de 58%, determinando amostras impróprias para o consumo humano.

Nos poços dos pontos de coleta 9 e 10, os resultados sugerem que a presença de *Escherichia coli* ocorreu pelo processo de fertirrigação do efluente gerado por uma empresa de laticínios, localizada a poucos metros da região de coleta. A empresa não se estabelece mais no local desde o ano de 2012, o que indica o descuido com o efluente despejado trouxe para a comunidade riscos à saúde. Sendo necessário estudos adicionais para investigar os reais impactos ambientais deste processo. A destinação incorreta do soro de leite pode conduzir a poluição das águas, geração de odor desagradável e o comprometimento da estrutura físico-química do solo. Souza (2023), destaca que as indústrias, apesar de importantes fontes econômicas e responsáveis pelo desenvolvimento regional, são também grandes fontes poluidoras, geradoras de grande volume de resíduos sólidos e efluentes.

Confirmativo para *Escherichia coli*

Para a análise confirmativa de *Escherichia coli*, foi realizado o plaqueamento das amostras positivas em meio EMB (Eosina Azul de Metileno). Sorotipos de *E. coli* quando cultivados em meios seletivos, os quais selecionam bactérias gram negativas, apresentam coloração verde metálico característico, devido à fermentação da lactose. Segundo Specian et al. (2021), os índices relacionados com infraestrutura dos poços podem justificar a ocorrência dos microrganismos estudados na água ofertada à população. O sistema hídrico é afetado constantemente devido o desenvolvimento populacional e o aumento de residências sem planejamento e estrutura apropriada gerando problemas de ordem sanitária devido à carência de saneamento básico (ALVES, 2018).

No trabalho publicado por Pereira et al., 2022, em que analisaram a qualidade da água m poços da comunidade rural de Marabá – PA, a presença de *Escherichia coli* foi encontrada em todas as amostras realizadas no estudo. Segundo os autores, as amostras foram provenientes de poços simples com baixa profundidade e com precariedade das estruturas de revestimento, que faz com que caiam bastante partículas na água em suspensão, assim como a falta de limpeza e manutenção dos poços.

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Os resultados das análises físico-químicas encontrados nas amostras de água nos poços dos 10 pontos de coletas na região urbana de Lucas do Rio Verde – MT são apresentados na tabela 3, com parâmetros de pH, Condutividade elétrica, Nitrato e Fósforo conforme as Resoluções Conama n°357, 396 e 430; Turbidez conforme OMS.

Tabela 3 - Análises físico-química das amostras de água dos poços na região urbana de Lucas do Rio Verde - MT.

| Pontos de coleta | pH | C.E. ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | Turbidez (UNT) | Nitrato (mg/L) | Fósforo (mg/L) |
|------------------|--------------|--|----------------|----------------------------------|------------------|
| 1 | 5,31 \pm | 28,5 \pm | 1,80 \pm | 0,10 \pm | 0,06 \pm |
| 2 | 4,6 \pm | 54,56 \pm | 2,8 \pm | 0,91 \pm | 0,08 \pm |
| 3 | 5,26 \pm | 158 \pm | 1,6 \pm | 1,10 \pm | 0,10 \pm |
| 4 | 5,52 \pm | 31,54 \pm | 0,79 \pm | 0,01 \pm | 0,11 \pm |
| 5 | 5,80 \pm | 80,6 \pm | 1,4 \pm | 0,03 \pm | 0,06 \pm |
| 6 | 6,45 \pm | 123,5 \pm | 2,4 \pm | 0,25 \pm | 0,07 \pm |
| 7 | 4,5 \pm | 50,72 \pm | 1,2 \pm | 0,95 \pm | 0,04 \pm |
| 8 | 5,75 \pm | 204,6 \pm | 1,21 \pm | 5,13 $\times 10$ \pm | 0,12 \pm |
| 9 | 6,4 \pm | 267,2 \pm | 0,98 \pm | 4,75 $\times 10$ \pm | 0,16 \pm |
| 10 | 5,31 \pm | 460,5 $\pm \pm$ | 0,81 \pm | 9,88 $\times 10$ \pm | 0,23 \pm |
| Parâmetro | 6 - 9 | 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ | 5 uT | ≤ 10 mg/L | 0,15 mg/L |

Fonte: Fernandes (2022).

Os valores de pH encontrados nas amostras variaram entre 4,5 e 5,8 (Tabela 3), consideradas em níveis baixos quando comparados aos parâmetros do Ministério da Saúde, que segundo a Portaria n° 888/2021, o ideal de água potável é o pH entre 6 e 9. Apenas as amostras dos poços dos pontos de coleta 6 e 9 estavam dentro dos padrões exigidos. As alterações de pH podem ter origem natural (dissolução de rochas, fotossíntese) ou antropogênica (despejos domésticos e industriais), que sofrem alterações conforme as mudanças climáticas (BRASIL, 2006). Todavia esse parâmetro é facilmente corrigido com a adição de compostos químicos, como por exemplo, a cal hidratada também conhecida como hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) ou o carbonato de sódio (Na_2CO_3), capazes de elevar o pH da água antes de ser consumida (MARTIORI, 2015).

Com relação à condutividade elétrica (CE), apenas os pontos 8, 9 e 10 encontram-se em níveis considerados contaminados. A condutividade elétrica é analisada através da quantidade de sais que estão dissolvidos na água. A Resolução Conama n°357 não define padrão de resultado para análise condutividade, porém, as águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa de 30 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, já em ambientes poluídos, por esgotos domésticos ou industriais, os valores podem chegar até 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (BRASIL, 2006).

A Portaria N° 5 estabelece que valor máximo permitido (VMP) de turbidez da água potável seja até 5 unidades de turbidez (uT), onde todas as amostras que foram analisadas se

encontram dentro dos padrões, sem a presença excessiva de partículas em suspensão, que dificultam a propagação de luz pela água e sua transparência pelos organismos vivos do meio.

Na análise de nitrato, os valores encontrados nos poços 8, 9 e 10 (Tabela 3) excederam o limite permitido pelas Resoluções Conama n°357, 396 e 430, que o ideal é de 10 mg/L. Os maiores valores encontrados para nitrato conferem com os poços dispostos nas situações mais críticas, as quais antigamente recebiam maiores quantidades de efluente sem tratamento.

Os valores de fósforo encontrados nas amostras estão dentro do padrão, com exceção dos poços 1 e 5 que passaram o limite máximo de 0,15 mg/L, segundo as Resoluções Conama n°357, 396 e 430. A presença de fósforo na água está relacionada a processos naturais (dissolução de rochas, carreamento do solo, decomposição de matéria orgânica, chuva) ou antropogênicos (lançamento de esgotos, detergentes, fertilizantes, pesticidas). Em águas naturais não poluídas, as concentrações de fósforo situam-se na faixa de 0,01 mg/L a 0,05 mg/L (BRASIL, 2006).

Ferraz (2021) afirma que nenhum outro contaminante é bem-vindo nas águas subterrâneas, mas nutrientes em especial nitrogênio (N) e fósforo (P), bem como elementos potencialmente tóxicos, como os metais pesados, devem ser monitorados quando da disposição de grandes volumes de efluentes no solo. O excesso de fósforo nos cursos d'água, oriundos de adubação química e do lançamento de esgotos não tratados, é impactante, afetando de forma significativa as sub-bacias e aquíferos (AMÂNCIO et al. 2018).

Por fim, foi realizado o preparo do laudo técnico e a entrega aos proprietários dos poços para informá-los e conscientizá-los sobre a qualidade da água que estão utilizando. O laudo consiste na explicativa das análises realizadas e os resultados obtidos durante os três meses de análises de água realizadas na pesquisa. Constou sugestões de melhorias na qualidade da água nos pontos que as análises comprovaram contaminação nas amostras coletadas dos poços. A primeira opção, aos poços que possuem ligamento da rede de água tratada da prefeitura em suas residências, é que façam o uso desta rede para as necessidades básicas, como consumo e irrigação. A segunda opção, para as pessoas que convivem em regiões onde não tem rede de água da prefeitura disponível, seria realizar o tratamento adequado do poço, de modo particular, utilizando uma bomba de cloração, para o tratamento necessário da água, deixando-a própria para o consumo e uso em geral. Benedet et al. (2020), enfatiza que é necessário que ocorra a proteção do meio ambiente e o combate à poluição em qualquer das suas formas, como também, promover melhorias nas condições habitacionais hidrossanitárias e o acesso ao saneamento básico.

Ferreira, et al. (2023), realizaram um projeto que analisou a qualidade microbiológica da água de escolas municipais de São João do Caru, Maranhão, evidenciando que 76,59% das amostras de água estavam em desacordo com o padrão de potabilidade para o parâmetro *Escherichia coli*. Laudos impressos das amostras analisadas foram entregues aos gestores da Secretaria de Educação para que ficassem cientes da qualidade microbiológica da água utilizada

no ambiente escolar e sugeridas medidas preventivas. Eles também realizaram palestras para os alunos e gestores, com a abordagem das temáticas “água e saúde”.

CONCLUSÃO

O estudo evidenciou que os poços analisados na região urbana na cidade de Lucas do Rio Verde - MT não apresentaram adequações de proteção dos poços, tornando-os susceptíveis à contaminação externa de suas águas. Observou-se a predominância de fossas sépticas, localizadas próximas dos poços, situações críticas, visto que a área apresenta uma grande demanda de animais em seu entorno, tornando a área suscetível à contaminação das águas utilizadas.

A presença de contaminação por bactérias do grupo coliformes ocorreu nas amostras analisadas em todos os pontos de coleta, no período de três meses da pesquisa, mesmo nos poços mais próximos à cidade, que possuem melhor infraestrutura e saneamento público. Mostrando que os fatores higiênico-sanitários são determinantes para a qualidade das águas usuais e a saúde dos moradores dos locais. Conclui-se que o desenvolvimento desta pesquisa foi de grande relevância, para que a população se informe sobre as questões hidrossanitárias dos locais que habitam, além da ciência sobre os contaminantes que venham a causar possíveis doenças. Os moradores mostraram-se preocupados e interessados nos resultados da pesquisa, alegando que irão tomar medidas conforme as corretivas apresentadas.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). 2011. Usos da água. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/usuarios-da-agua>. Acesso em: 2 de março de 2023.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). 2019. Água no mundo - Situação da Água no Mundo. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/cooperacao-internacional/agua-no-mundo#:~:text=Dos%20%2C5%25%20de%20%2C3%A1%20gua,tem%20para%20a%20via%20humana>. Acesso em: 2 de março de 2023.

Alves, S.G.S., Ataíde, C.D., Silva, J. X. 2018. Microbiológica de coliformes totais e termotolerantes em água de bebedouros de um parque público de Brasília, Distrito Federal. Rev. Cient. Sena Aires.

Amâncio, D.V., Coelho, G., Marques, R.F.P.V., Viola, M.R., Mello, C.R. 2018. Qualidade da Água nas Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Capivari e Mortes, Minas Gerais. Revista Scientia Agraria, Curitiba, v. 19, n. 1, p. 75-86.

Benedet, G., Silveira, R., Garcia, D.S.S. 2020. Saneamento Básico como um direito fundamental. Anais XIV Simpósio Nacional de Direito Constitucional, Universidade do Vale do Itajaí, v. 10, n. 1, p. 28-45.

Bertoncini, E.I. 2008. Tratamento de efluentes e reúso da água no meio agrícola. Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária, [S. l.], p. 152-169.

Bilibio, E.C.F., Silva, L.D., Navarro, T.T.D., Silva, V.C. 2021. Anais Do XI Conbrade, Curitiba, v. 2, n. 39, p. 274-282.

Birkheuer, C.D.F. et al. 2017. Qualidade físico-química e microbiológica da água de consumo humano e animal do Brasil: Análise Sistemática. Revista Caderno Pedagógico, Lajeado, v. 14, n. 1, p. 134-145.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212 p. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf. Acesso em: 3 de março de 2023.

BRASIL. Ministério Da Saúde. Secretaria De Vigilância Em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. 2011. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf. Acesso em: 3 de março de 2023.

CETESB, Norma Técnica L5.202. 2018. Dispões sobre coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* - Determinação pela técnica de tubos múltiplos. Disponível em: https://www.google.com/url?q=https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2018/01/Para-enviar-ao-PCSM_-NTC-L5.202_5%25C2%25AAed-dez.-2018.pdf&sa=D&source=docs&ust=1667264029106393&usg=AOvVaw3VvkRmenUYwBEbf1dKxu66. Acesso em: 7 de março de 2023.

CONAMA 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf. Acesso em: 13 de abril de 2023.

CONAMA 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLU%C3%87%C3%83O%20CONAMA%20n%C2%BA%20396.pdf>. Acesso em: 13 de abril de 2023.

CONAMA 430, de 11 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2018/01/RESOLU%C3%87%C3%83O-No-430-DE-13-DE-MAIO-DE-2011.pdf>. Acesso em: 13 de abril de 2023.

Declaração Universal dos direitos da água (CMQV). Dispõe sobre Art. 3º da Declaração dos Direitos do Homem. Acesso em: 10 de maio de 2023.

Ferraz, K.C.R. 2021. Uso agrícola de soro de leite: efeitos no solo, na emissão de CO₂, na biomassa microbiana do solo e na produção vegetal. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - Minas Gerais, p. 1-94. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/28186/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2023.

Ferreira, G., Gracia, A., Watanabe, K., Da Silva, I., Bezerra, D., Coimbra, V., Bezerra, N. 2023. Project microbiological quality of water in the school environment as a subsidy for health education activities: Projeto qualidade microbiológica da água no ambiente escolar como subsídio para atividades de educação em saúde. *Concilium*, 23(5), 442–455.

Lei nº 1.172, de 17 de novembro de 1976 (atualizada até a Lei nº 15.913, de 2 de outubro de 2015). Delimita as áreas de proteção relativas aos mananciais, cursos e reservatórios de água, a que se refere o Artigo 2.º da Lei n. 898, de 18 de dezembro de 1975, estabelece normas de restrição de uso do solo em tais áreas e dá providências correlatas. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1976/lei-1172-17.11.1976.html>. Acesso em: 10 de maio de 2023.

Leite, J.V.C.A. 2020. Casos de diarreia aguda e sua relação com a contaminação de água de poços no Município de Igreja Nova - Alagoas. Centro Universitário Tiradentes, [S. l.], p. 1-76.

Martiori, K., Silva, M.L.N. 2015. Análise da qualidade de água de poços rasos no interior do município de Caxambu do Sul - SC, um estudo de caso. Universidade Federal da Fronteira Sul, [S. l.], p. 1-15.

Oliveira, J.T.et al. 2021. Viabilidade da fertirrigação por pivô central com uso de efluentes tratados em diferentes níveis. *Pesquisas Agrárias e Ambientais*, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 23-29.

Oliveira, M.M., Lima, A.S., Mouchrek, A.N., Marques, P.R.B.O., Marques, C.V.V.C.O. 2018. Análise físico-química e microbiológica de águas de poços artesianos de uso independente. *Revista gestão e sustentabilidade ambiental*, Florianópolis, v. 7, n. 3, p. 624-639.

Pereira, G., Bispo, C., Paes, G., Pinto, R., Ribeiro, H. 2022. Potabilidade da água consumida na comunidade rural no município de Marabá – PA. *Concilium*, 22(3), 845–856.

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. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em 27 de maio de 2023.

Portal Nacional da Qualidade das Águas. (PNQA). Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/pnqa.aspx>. Acesso em: 15 de março de 2023.

Rosa, N.B., Valiatti, T.B., Leite, P.F., Freitas, V.M., Sobral, F.O.S., Romão, N.F. 2023. Qualidade microbiológica de águas de poços escavados no interior do Estado de Rondônia. *Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente*.V.9 N.1 p. 175 – 184.

Silveira, L.S., Camera, R.L. 2018. Segurança no abastecimento de água alternativo: poços artesianos. XXIII Seminário Interinstitucional de ensino, pesquisa e extensão, Campus Universitário Dr. Ulysses Guimarães, p. 1-4, 23.

Souza, J.A. 2023. Tratamento de efluentes: um estudo sobre a viabilidade de utilização de coagulantes naturais em laticínios no município de Ituiutaba-MG. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 62 f.

Specian, A.M., Specian, A.M.P., Nascimento, A.L., Col, R.D., Daros, V.S.M.G., Mattos, E.C., Silva, V.R. 2021. Ocorrência de bactérias heterotróficas, coliformes totais e *Escherichia coli* em amostras de água de abastecimento público de dois municípios do Estado de São Paulo. BEPA - Boletim Epidemiológico Paulista, [S. l.], v. 205, n. 18, p. 13-22, 27.

Ungari, A.Q. et al. 2018. Avaliação da qualidade microbiológica da água potável em centro universitário de Ribeirão Preto, SP. Centro Universitário Barão de Mauá, Ribeirão Preto, SP., [S. l.], v. 32, p. 47-51.