



AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO MUNICÍPIO DE CONTAGEM (MG): RISCOS À SAÚDE PÚBLICA E IMPLICAÇÕES SOCIOAMBIENTAIS

Emanuelle Resende Carneiro¹

Lilian Cássia Lopes Lobo¹

Stella Carolina Coelho de Oliveira¹

Bárbara Danielly Santos Almeida¹

Júnia Moraes Figueiredo¹

Allysson Thiago Cramer Soares²

ABSTRACT

Groundwater is an essential source of water supply for urban and rural populations, especially through artesian wells. Although these systems offer economic and environmental advantages, the lack of adequate monitoring may compromise water quality and pose risks to public health. This study aimed to analyze the water quality of 30 artesian wells through physicochemical (pH, nitrate, and hardness) and microbiological (total coliforms and *Escherichia coli*) analyses, identifying potential health risks and proposing awareness and treatment measures aligned with Sustainable Development Goal (SDG) 6. The results showed that 80.65% of the samples presented some type of contamination. Changes were observed in nitrate levels (45.16%) and pH (29,03%), as well as the presence of total coliforms (70.97%) and *Escherichia coli* (35.48%). No sample showed alterations in hardness levels. The main causes possible are associated with lack of maintenance, the presence of animals, and structural vulnerabilities that favor contamination. As a complementary educational action, an informative booklet was developed for the owners of the analyzed wells. The material provides practical guidance on groundwater care, treatment methods in cases of contamination, pH and nitrate control, and recommendations for reservoir cleaning and structural protection. The booklet aims to raise awareness about the importance of continuous monitoring and responsible use of water resources, contributing to disease prevention and local water security.

KEYWORDS: analysis, microorganisms, public health, water, artesian well.

RESUMO

A água subterrânea constitui uma fonte essencial de abastecimento para populações urbanas e rurais, especialmente por meio de poços artesianos. Embora esses sistemas apresentem vantagens econômicas e ambientais, a ausência de monitoramento adequado pode comprometer a qualidade da água e representar riscos à saúde pública. Este estudo teve como objetivo analisar a qualidade da água de 30 poços artesianos do município de Contagem (MG), por meio de

¹ Acadêmicos do Curso de Biomedicina da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - Campus Contagem

² Professores do Curso de Biomedicina da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - Campus Contagem

análises físico-químicas (pH, nitrato e dureza) e microbiológicas (coliformes totais e *Escherichia coli*), identificando possíveis riscos à saúde e propondo medidas de conscientização e tratamento alinhadas ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) nº 6. Os resultados indicaram que 80,65% das amostras apresentaram algum tipo de contaminação. Destacaram-se alterações nos níveis de nitrato (45,16%) e de pH (29,03%), além da presença de coliformes totais (70,97%) e de *Escherichia coli* (35,48%). Nenhuma amostra apresentou alterações nos níveis de dureza. As principais causas possíveis de contaminação estão relacionadas à falta de manutenção dos poços, à presença de animais nas proximidades e à existência de estruturas vulneráveis à contaminação. Como ação educativa complementar, foi elaborada uma cartilha informativa destinada aos proprietários dos poços analisados apresentando orientações práticas sobre os cuidados com a água subterrânea, métodos de tratamento em casos de contaminação, controle de pH e nitrato. A cartilha visa promover a conscientização da população quanto à importância do uso responsável dos recursos hídricos, contribuindo para a prevenção de doenças e para a segurança hídrica local.

PALAVRAS-CHAVE: água, análise, microrganismos, poço artesiano, saúde pública.

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial para a manutenção da vida e para o desenvolvimento das atividades humanas, desempenhando papel central tanto no consumo doméstico quanto na agricultura e na indústria. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2007), cerca de 70% da superfície terrestre é coberta por água; no entanto, 97,5% desse volume é salgado e apenas 2,5% é doce, sendo que 96% dessa fração encontra-se em águas subterrâneas. (Reis Santos et al., 2024)

Os poços artesianos são uma solução eficiente e de baixo impacto ambiental para o abastecimento de água. Sendo benéficos para população e meio ambiente, apresentando vantagens como: economia - O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), revelou que a perfuração de poços artesianos pode reduzir em até 50% os custos com abastecimento de água em propriedades rurais; sustentabilidade - o uso consciente e responsável da água subterrânea ajuda a preservar os ecossistemas aquáticos e a biodiversidade local; autonomia e segurança hídrica - um estudo realizado pela Agência Nacional de Águas (ANA) em 2022 divulgou que o uso de poços artesianos em regiões afetadas por secas severas contribuiu para manter a produção agrícola e a segurança hídrica de diversas comunidades. Nesse contexto, as autoridades públicas desempenham papel fundamental por meio da criação de políticas públicas, regulamentação e fiscalização que visam assegurar o uso sustentável e seguro das águas subterrâneas. No Brasil, órgãos como a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), a Companhia Ambiental dos Estados (FEAM) e o próprio Ministério da Saúde (MS) estabelecem normas e parâmetros de qualidade, além de exigir o

licenciamento ambiental para perfuração e operação de poços artesianos. Tais medidas buscam conciliar o acesso à água com a preservação dos aquíferos, evitando a exploração descontrolada e prevenindo riscos de escassez e contaminação. (Brasil, 2020)

Diante do uso crescente de poços artesianos em regiões urbanas e rurais, a ausência de controle sistemático da qualidade da água representa um risco à saúde pública. Assim, este estudo buscou avaliar as análises físico-químicas e microbiológicas da água, uma vez que sua qualidade está diretamente relacionada à saúde pública e ao equilíbrio ambiental. Esses exames permitem identificar contaminações, avaliar a potabilidade e garantir que o recurso seja adequado tanto para o consumo humano quanto para outros usos essenciais.

Neste estudo, buscou-se atender ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) nº 6, que visa assegurar a todos o acesso à água potável segura e a serviços de saneamento adequados. Para tanto, foram realizadas visitas a bairros de diferentes classes sociais, promovendo análises da qualidade da água e oferecendo à população local não apenas a compreensão sobre a importância do monitoramento de seus poços, mas também orientações práticas de tratamento. Além disso, foram abordadas estratégias de armazenamento adequado, prevenção contra contaminações e conscientização sobre o uso responsável dos recursos hídricos. Dessa forma, a pesquisa não apenas atendeu a um requisito científico, mas também assumiu um papel social, contribuindo para a melhoria da saúde pública e para o fortalecimento da cidadania ambiental.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi admitido em edital de Iniciação Científica pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas) e, em conformidade com os princípios éticos que regem as pesquisas envolvendo seres humanos, foi submetido à Plataforma Brasil e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, sob o CAAE nº 78585624.4.0000.5137. O estudo está vinculado ao projeto PIC-V 2024/32364, intitulado “*Análise físico-química e microbiológica da água em regiões do município de Contagem: um enfoque na saúde pública no uso de poços artesianos versus consumo de água tratada*”. A aprovação ética garantiu que todas as etapas da pesquisa fossem conduzidas com responsabilidade, transparência e com a devida confidencialidade dos dados dos participantes envolvidos.

Para a realização da pesquisa, foram coletadas amostras de água de 30 poços artesianos localizados no município de Contagem, em Minas Gerais. As coletas foram realizadas durante o período de seca, dos meses outubro de 2024 a junho de 2025. Os proprietários dos poços

autorizaram a doação das amostras de forma sigilosa mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), presente no anexo 1. As amostras foram acondicionadas em bolsas apropriadas para amostragem e submetidas a análises físico-químicas e microbiológicas.

As análises físico-químicas incluíram a determinação do pH, da concentração de cálcio e de nitrato. Para as análises microbiológicas, utilizou-se o teste Colilert (IDEXX), que permite detectar e quantificar simultaneamente a presença de coliformes totais e de *Escherichia coli* (*E. coli*) em 24 horas.

Foram adotados Procedimentos Operacionais Padrão (POPs), descritos no Anexo 2, para a execução de todas as análises citadas, em conformidade com as diretrizes dos manuais e referências técnicas do IDEXX, SP Labor, Instituto Humanitas Unisinos (Conselho Estadual de Recursos Hídricos, 2019), *Standard Methods* (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 1999), Normas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), Fundação Nacional de Saúde (Funasa, 2013), Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2019) e Universidade Católica de Brasília (POP-Aguas, 2022)

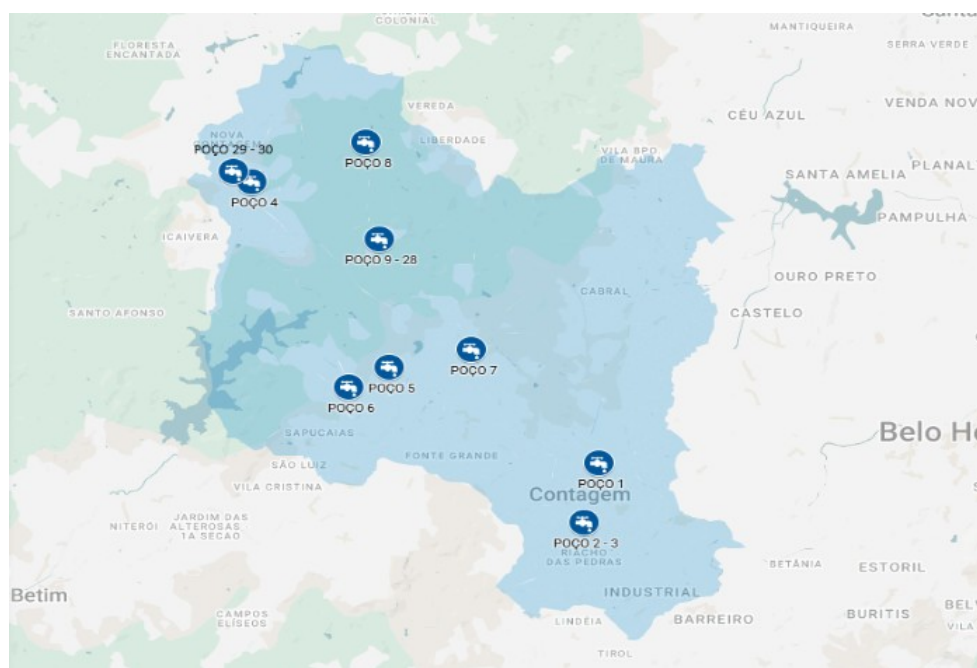


Figura 1. Distribuição dos poços artesianos submetidos a análise em Contagem.
Legenda: Distribuição espacial dos pontos de coleta de água de poços artesianos nas regiões no Município de Contagem. Fonte: Acervo próprio – Criado com My Maps

2.1. Coleta e armazenamento das amostras

2.1.1. Coleta das amostras: O procedimento para coleta da amostra foi realizado conforme orientação do Manual da FUNASA, 2006. Inicialmente, a higienização da torneira foi realizada com álcool 70% por 30 segundos. Em seguida, a água inicial foi descartada por 2 minutos antes da coleta. A amostra foi coletada em frascos estéreis, que foram imediatamente fechados e devidamente identificados (Figura 2). As amostras foram acondicionadas em caixa isotérmica contendo gelóx para preservação. Garantiu-se que a análise fosse realizada em até 24 horas após a coleta. Os materiais utilizados foram descartados de forma adequada (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2019; POP-Aguas-2022.)



Figura 2. Coleta de amostras.

Legenda: Adaptado de Funasa - Representação ilustrada do protocolo de coleta de amostras de água, contemplando as etapas de preparação, coleta, identificação, registro e transporte. Fonte: Acervo próprio – Criado com <https://BioRender.com>

2.2 Análises físico-químicas

2.2.1. Avaliação do Potencial de Hidrogênio: A determinação do pH foi realizada por meio de peagâmetro digital (QUIMIS), previamente calibrado em três pontos com soluções tampão de pH conhecido, conforme recomendações do fabricante e da literatura especializada. As medições foram efetuadas diretamente nas amostras de água, após estabilização da leitura, sendo registrados os valores de pH e a temperatura correspondente (Figura 3).



Figura 3.

Legenda: Representação esquemática do procedimento de medição do pH da água utilizando pHmetro digital. Fonte: Acervo próprio – Criado com <https://BioRender.com>

2.2.2. Determinação do Nitrato: A concentração de nitrato nas amostras de água foi determinada por espectrofotometria UV-Vis, de acordo com o método descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). O espectrofotômetro (KASVI) foi previamente verificado e calibrado, ajustando-se o comprimento de onda para 205 nm. Curvas de calibração foram construídas a partir de soluções padrão de nitrato de potássio ou sódio, permitindo relacionar a absorbância à concentração. As amostras foram preparadas conforme os procedimentos de acidificação recomendados, e, quando necessário, diluídas para que a absorbância estivesse dentro da curva padrão utilizada como controle. A concentração de nitrato nas amostras foi obtida a partir da curva de calibração e os resultados comparados com os limites de potabilidade estabelecidos (10 mg/L) (Conselho Estadual de Recursos Hídricos, 2019). Os dados foram tratados e visualizados no software SciDAVis, sendo calculados a equação da reta e o coeficiente de determinação (R^2) para validação do ajuste.

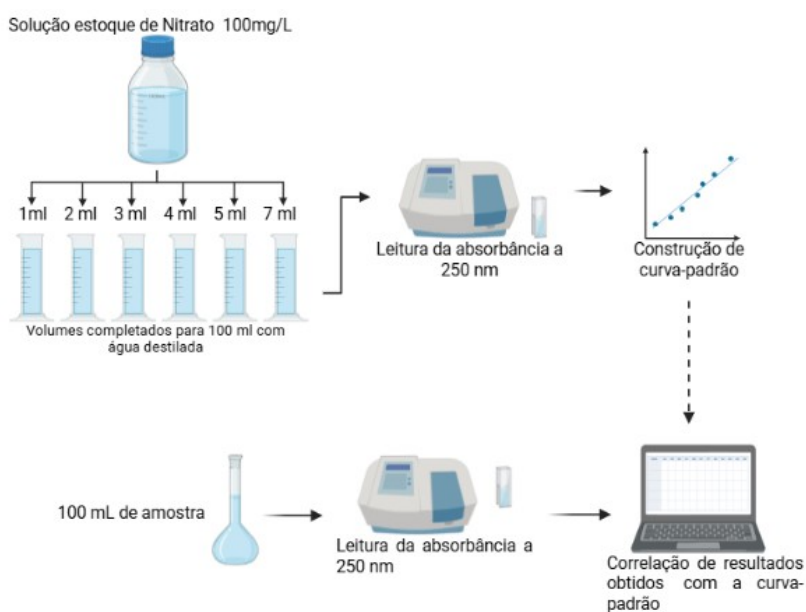


Figura 4. Análise de nitrato.

Legenda: Procedimento de determinação de nitrato por espectrofotometria. Esquema ilustrativo da construção da curva-padrão utilizando soluções de nitrato com concentrações conhecidas (1 a 7 mg L),

preparadas a partir de uma solução estoque de 100 mg L, e lidas em uma absorvância a 205 nm em espectrofotômetro UV-vis. A curva de calibração é gerada relacionando os valores de absorvância com as concentrações, permitindo a determinação quantitativa de nitrato nas amostras. Resultados são comparados com o limite de potabilidade de 10 mg L e documentados por meio de gráficos no software SciDAVis. Fonte: Acervo próprio – Criado com <https://BioRender.com>

2.2.3. Quantificação de íons de Cálcio (Dureza): A dureza total das amostras de água foi determinada de acordo com o método da FUNASA (Funasa, 2013). A titulação complexométrica foi realizada utilizando EDTA 0,01 M como titulante e o indicador negro de eriocromo T para visualização da mudança de cor de roxo a azul, indicando o ponto de equivalência. A análise foi conduzida em triplicata para cada amostra, e os volumes de EDTA consumidos foram registrados para o cálculo da dureza total, expressa em mg/L de CaCO_3 . (Figura 4).

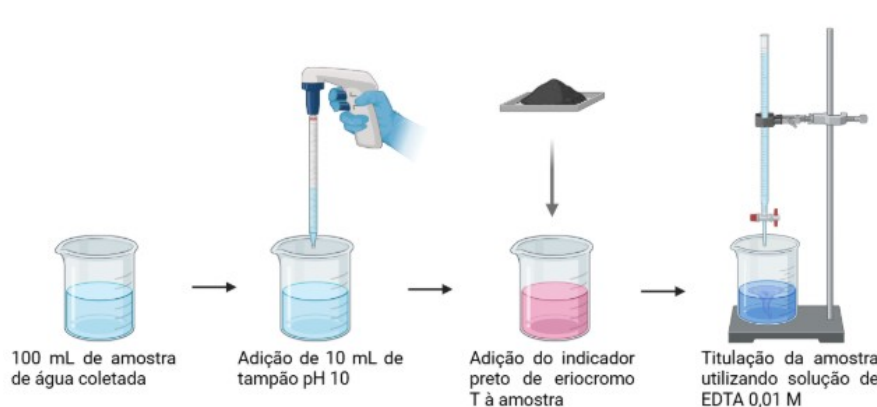


Figura 5. Análise de Quantificação de íons de Cálcio

Legenda: Representação esquemática do procedimento de determinação da dureza da água por titulação com EDTA 0,01 M, utilizando indicador preto de eriocromo T e solução tampão pH 10. Fonte: Acervo próprio – Criado com <https://BioRender.com>

2.3. Análise microbiológica

2.3.1. Colilert: A presença de coliformes totais e *Escherichia coli* nas amostras de água foi avaliada utilizando o método Colilert/Quanti-Tray (IDEXX), conforme descrito na literatura. O reagente Colilert foi adicionado a 100 mL da amostra de água e a mistura transferida para o Quanti-Tray, que foi selado e incubado a 35°C por 24 horas. Após o período de incubação, os resultados foram avaliados visualmente: a coloração amarela indicou coliformes totais, enquanto a coloração amarela com fluorescência revelou a presença de *E. coli*. As amostras positivas foram quantificadas e os resultados interpretados de acordo com a tabela de referência do Quanti-Tray.



Figura 6. Análise de Colilert

Legenda: Etapas do teste de Colilert para detecção de coliformes totais e *E. coli* em amostras de água de poços artesianos, com incubação a 35°C por 24 horas e leitura por coloração e fluorescência. Fonte: Acervo próprio – Criado com <https://BioRender.com>

2.4. Análise dos dados e Plotagem em gráficos

Os dados coletados foram submetidos à análise e a representação gráfica foi realizada utilizando o software GraphPad Prism 8, permitindo organizar as informações de forma sistemática. Essa abordagem possibilitou identificar padrões, tendências e possíveis correlações entre as variáveis, além de facilitar a comparação dos resultados. A elaboração dos gráficos contribuiu para a interpretação técnica dos dados e para a apresentação clara e didática dos resultados, tornando-os acessíveis tanto ao público científico quanto à população em geral.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da qualidade da água dos poços artesianos estudados permitiu avaliar o atendimento aos padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação brasileira, considerando parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Os resultados obtidos fornecem informações importantes sobre a adequação da água para consumo humano, bem como sobre possíveis riscos à saúde da população local.

Além de apresentar os dados quantitativos, a discussão busca interpretar os valores encontrados através das normas vigentes, comparando-os com os limites aceitáveis de pH, nitrato, dureza e presença de coliformes. Essa abordagem permite identificar tendências, avaliar potenciais fontes de contaminação e propor estratégias de manejo, tratamento e conscientização da população, alinhando os achados com os objetivos de desenvolvimento sustentável relacionados ao acesso à água potável segura.

Tabela 1: Parâmetros essenciais da qualidade da água para consumo humano analisados neste estudo, em comparação com os valores de referência definidos pela legislação brasileira (Portaria GM/MS nº 888/2021).

Natureza da Análise	Parâmetros	Valor de referência
Físico-Química	pH	6,0 – 9,0
	Nitrato	Máx. 10 mg/L
	Dureza	Máx. 300 mg/L
Microbiologia	Coliformes totais	Ausência em 100 ml
	<i>E.coli</i>	Ausência em 100 ml

Fonte: Portaria GM/MS nº 888/2021 (Saúde, 2021)

3.1. Resultado Físico-químico e Microbiológico

Durante este estudo foram analisadas 31 amostras em 30 poços coletados na região de Contagem, dos quais foram observados pelo menos um parâmetro alterado em 25 dessas amostras, correspondendo a 80,64% das amostras testadas. Os resultados apontaram que apenas 19,35% (6 amostras) não detectaram alterações nos parâmetros analisados. Dentro dos parâmetros físico-químicos foram observados níveis alterados de nitrato em 45,16% (14 amostras) (figura 7), já no pH foi observado em 29,03% (9 amostras) (figura 8) e não foram encontradas alterações de dureza nas análises (figura 9).

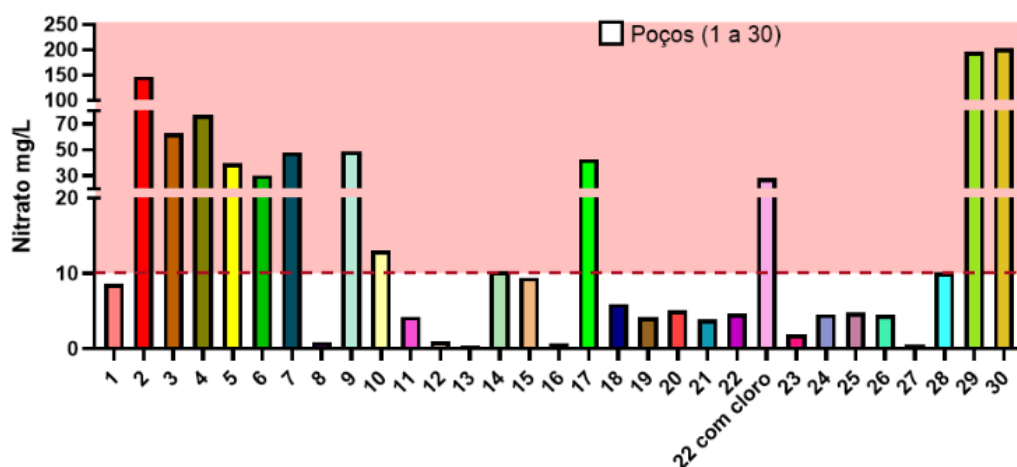


Figura 7. Gráfico da determinação de nitrato

Legenda: Quantificação dos níveis de nitrato em amostras de água provenientes de poços artesianos em Contagem: A concentração de nitrato obtido das amostras, foi normalizada conforme a curva padrão e foi plotada no gráfico em simplificada (foi realizado uma única coleta/análise para cada respectiva amostra). Os resultados obtidos que estavam fora do valor de referência (≥ 10 mg L) determinados pela Portaria GM/MS nº 888/2021 (Saúde, 2021), foram demarcados pela margem rosa no gráfico. Os gráficos foram gerados pelo aplicativo Graphrism 8.

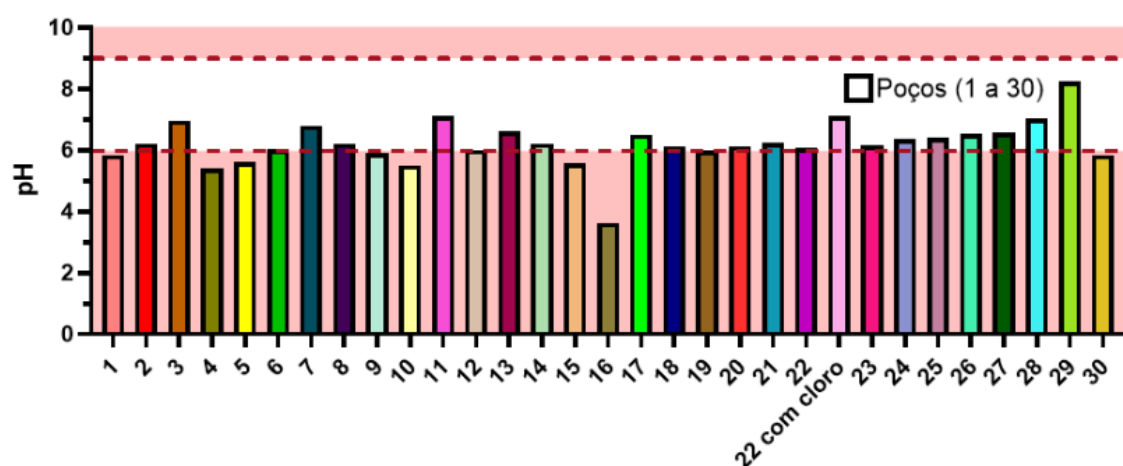


Figura 8. Gráfico do potencial hidrogeniônico

Legenda: Quantificação dos níveis de pH em amostras de água provenientes de poços artesianos em Contagem: O nível de pH das amostras foi quantificado e representado no gráfico em simplificada (foi realizado uma única coleta/análise para cada respectiva amostra). Os resultados obtidos que estavam fora do valor de referência (≤ 6 ou ≥ 9) determinados pela Portaria GM/MS nº 888/2021 (Saúde, 2021), foram demarcados pela margem rosa no gráfico. Os gráficos foram gerados pelo aplicativo Graphrism 8.

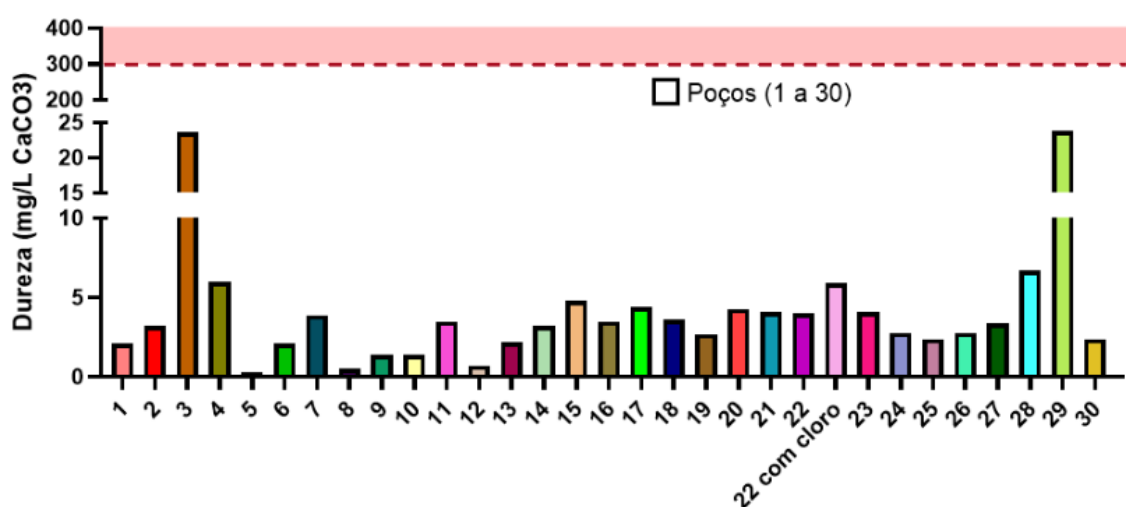


Figura 9. Gráfico de determinação de íons de cálcio

Legenda: Quantificação de íons cálcio em amostras de água provenientes de poços artesianos em Contagem: A concentração de CaCO_3 em mg L das amostras foi quantificada e representada no gráfico em simplificada (foi realizado uma única coleta/análise para cada respectiva amostra). Os resultados obtidos que estavam fora do valor de referência (≥ 300 mg L), determinados pela Portaria GM/MS nº 888/2021 (Saúde, 2021), foram demarcados pela margem rosa no gráfico. Os gráficos foram gerados pelo aplicativo Graphrism 8.

As alterações na qualidade da água de poços artesianos podem ocorrer tanto por características naturais do solo e das rochas quanto pela influência de atividades humanas, como uso de fertilizantes, descarte de esgoto e presença de matéria orgânica. A avaliação microbiológica dos poços analisados revelou índices significativos de contaminação, destacando a vulnerabilidade dessas fontes de abastecimento. Coliformes totais foram detectados em 70,97% dos poços (22 poços) (figura 10), *E. coli* em 35,48% (11 poços) (figuras 11). As causas principais da contaminação estão relacionadas à presença de animais, ausência de limpeza das caixas d'água e estrutura inadequada dos poços, facilitando a contaminação fecal e ambiental. (Schultz et al., 2025)

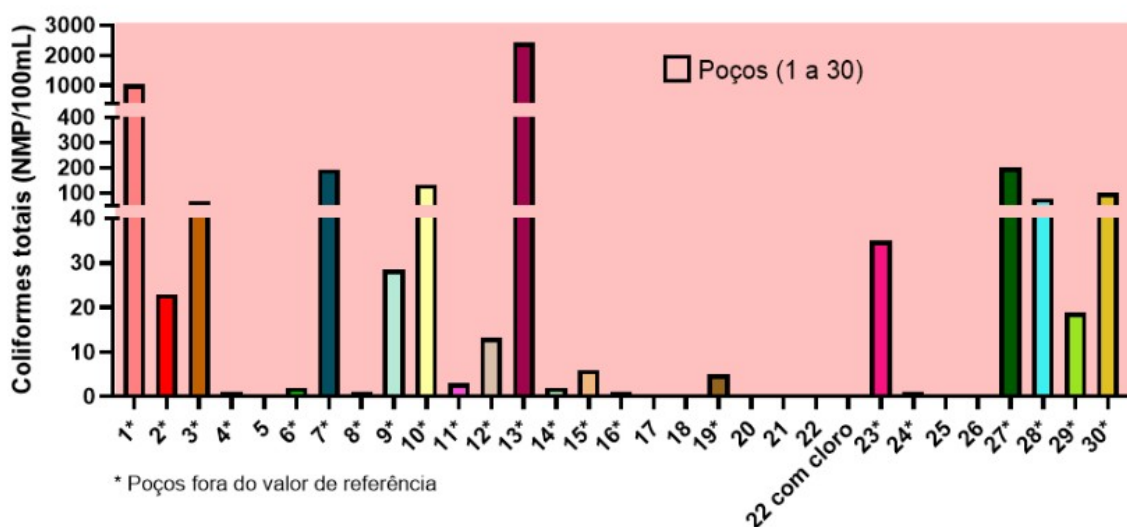


Figura 10. Gráfico de quantificação de coliformes totais

Legenda: Quantificação de coliformes totais em amostras de água provenientes de poços artesianos em Contagem: Os números mais prováveis (NMP) de concentração de coliformes foi obtido segundo a positividade de quadrantes na cartela do teste e normalizado segundo a tabela da IDEXX. Após a quantificação os resultados foram representados no gráfico em simplificada (foi realizado uma única coleta/análise para cada respectiva amostra). Os resultados obtidos que estavam fora do valor de referência (≥ 1 NMP em 100 mL), determinados pela Portaria GM/MS nº 888/2021 (Saúde, 2021),

foram demarcados pela margem rosa no gráfico e com * sobre a numeração de cada amostra. Os gráficos foram gerados pelo aplicativo Graphrism 8.

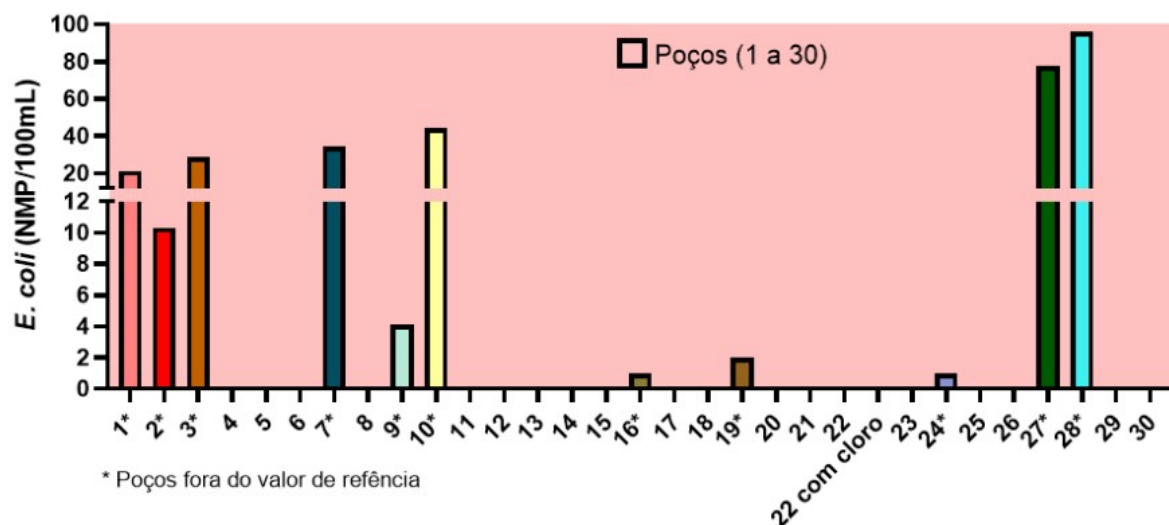


Figura 11. Gráfico de quantificação de *E. coli*

Legenda: Quantificação de *E. coli* em amostras de água provenientes de poços artesianos em Contagem: Os números mais prováveis (NMP) de concentração de *E. coli* foi obtido segundo a positividade de quadrantes na cartela do teste e normalizado segundo a tabela da IDEXX. Após a quantificação os resultados foram representados no gráfico em simplificada (foi realizado uma única coleta/análise para cada respectivo poço). Os resultados obtidos que estavam fora do valor de referência (≥ 1 NMP em 100 mL), determinados pela Portaria GM/MS nº 888/2021 (Saúde, 2021), foram demarcados pela margem rosa no gráfico e com * sobre a numeração de cada amostra. Os gráficos foram gerados pelo aplicativo Graphrism 8.

Segundo dados divulgados pela Secretaria Municipal de Saúde e publicados pelo Portal G1 em 2025, o município de Contagem registrou 1.957 casos de diarreia aguda e gastroenterite entre os dias 3 de agosto a 8 de setembro de 2025. Equivalente a uma média superior a 50 casos por dia ao longo de 5 semanas, evidenciando uma possível correlação com a qualidade da água consumida pela população, reforçando a importância da análise da potabilidade da água, principalmente aquelas que são de poços artesianos. Diante disso, se faz importante salientar o cuidado com águas provenientes de poços que não são fontes seguras para consumo humano, uma vez que sem um monitoramento prévio da sua qualidade podem estar contaminadas com agentes patogênicos e/ou metais pesados que podem prejudicar a saúde da população geral, como o ocorrido no município de Contagem. Reforçando assim, a relevância do presente estudo.

Os resultados obtidos neste estudo reforçam o uso adequado de cloro como agente desinfetante. Embora a amostra coletada direta do poço artesiano (amostra 22 sem cloro) não tenha apresentado coliformes totais nem *Escherichia coli*, observou-se que uma amostras coletada da água submetida à cloração (amostra 22 com cloro) apresentou-se o mesmo resultado. Entretanto, a amostra 22 com cloro apresentou aumento na concentração de nitrato em relação a amostra 22 sem cloro coletada direta do poço (água não tratada), evidenciando um possível efeito indireto do processo de desinfecção sobre o ciclo do nitrogênio. Esse comportamento é compatível com achados descritos na literatura, que demonstram que, em sistemas onde há presença de amônia residual ou matéria orgânica nitrogenada, o uso de cloro — especialmente quando em excesso ou na forma de cloraminas — pode favorecer a nitrificação, processo microbiológico no qual a amônia é oxidada a nitrito e, posteriormente, a nitrato (Hossain et al., 2022). A ausência de higienização periódica de caixas d'água pode intensificar esse fenômeno, ao criar microambientes protegidos da ação do cloro, nos quais bactérias nitrificantes permanecem ativas. Dessa forma, os dados do presente estudo sugerem que, embora a cloração seja crucial para o controle microbiológico, seu uso sem monitoramento adequado e sem manutenção das estruturas de armazenamento pode contribuir para o aumento de nitrato, comprometendo a qualidade química da água e representando risco à saúde pública (Liu; Wahman; Pressman, 2019).

Os manuais de qualidade da água e resoluções brasileiras estabelecem parâmetros claros para a manutenção de residual de cloro que garantam eficácia microbiológica sem excessos. A Portaria GM/MS nº 888/2021 determina que o teor de cloro residual livre deve ser mantido, no mínimo, em 0,2 mg L e não ultrapassar 5 mg L em qualquer ponto do sistema de distribuição para consumo humano, como forma de assegurar desinfecção contínua e reduzir riscos sensoriais e toxicológicos (Hossain et al, 2022; Saúde, 2021).

A observância desses limites é crucial não apenas para otimizar a desinfecção, mas também para evitar desequilíbrios no ciclo do nitrogênio que possam conduzir à formação de subprodutos indesejados, como nitritos e nitratos, cuja presença em concentrações elevadas representa riscos à saúde humana.

Tabela 2: Parâmetros físico-químicos e microbiológicos das amostras de água de poços artesianos por região.

Região	Poço	pH	Nitrato (mg/L)	Dureza (mg/L CaCO ₃)	Coliformes totais (NMP/100 mL)	<i>E. coli</i> (NMP/100 mL)
Eldorado	1	5,84	8,637	2,1	Presente: 1.046,2	Presente:

						21,1
Riacho das Pedras	2	6,21	147,400	3,2	Presente: 23,0	Presente: 10,3
Novo Riacho	3	6,97	62,520	23,6	Presente: 67,0	Presente: 28,7
Retiro	4	5,40	76,870	6,0	Presente: 1,0	Ausente
Colonial	5	5,60	39,589	0,3	Ausente	Ausente
Tropical	6	6,02	30,362	2,1	Presente: 2,0	Ausente
Jardim Vera Cruz	7	6,80	48,211	3,9	Presente: 194,7	Presente: 34,5
San Remo	8	6,21	0,900	0,5	Presente: 1,0	Ausente
San Remo	9	5,90	48,884	1,4	Presente: 28,5	Presente: 4,1
San Remo	10	5,50	13,088	1,4	Presente: 133,6	Presente: 44,1
San Remo	11	7,10	4,293	3,5	Presente: 3,0	Ausente
San Remo	12	6,00	0,990	0,7	Presente: 13,2	Ausente
San Remo	13	6,60	0,412	2,2	Presente: >2.419,6	Ausente
San Remo	14	6,21	10,273	3,2	Presente: 2,0	Ausente
San Remo	15	5,58	9,477	4,8	Presente: 6,0	Ausente

San Remo	16	3,63	0,774	3,5	Presente: 1,0	Presente: 1,0
San Remo	17	6,50	42,848	4,4	Ausente	Ausente
San Remo	18	6,11	5,988	3,6	Ausente	Ausente
San Remo	19	5,98	4,181	2,7	Presente: 5,0	Presente: 2,0
San Remo	20	6,14	5,162	4,3	Ausente	Ausente
San Remo	21	6,24	3,871	4,1	Ausente	Ausente
San Remo	22	6,06	4,646	4,0	Ausente	Ausente
San Remo	22 *	7,10	28,342	5,9	Ausente	Ausente
San Remo	23	6,15	1,910	4,1	Presente: 35,0	Ausente
San Remo	24	6,35	4,594	2,8	Presente: 1,0	Presente: 1,0
San Remo	25	6,40	4,820	2,4	Ausente	Ausente
San Remo	26	6,54	4,491	2,8	Ausente	Ausente
San Remo	27	6,57	0,562	3,4	Presente: 201,2	Presente: 77,6
San Remo	28	7,04	10,118	6,7	Presente: 79,4	Presente: 95,9
Retiro	29	8,23	196,081	23,8	Presente: 18,9	Ausente
Retiro	30	5,84	203,100	2,4	Presente: 101,2	Ausente

Legenda: Resultados dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos das amostras de água provenientes de poços artesianos coletados. Os valores destacados em vermelho indicam resultados que excedem os limites estabelecidos pelos padrões de potabilidade, conforme as diretrizes da legislação vigente (como a Portaria GM/MS nº 888/2021) (Saúde, 2021). Esses desvios incluem pH fora da faixa recomendada, presença de coliformes totais e *Escherichia coli*, além de concentrações elevadas de nitrato e dureza. *Água do poço obtida com cloração. Fonte: Acervo próprio.

Alterações relacionadas à falta de limpeza e manutenção de caixas de armazenamento constituem fonte adicional e frequentemente negligenciada de contaminação. (Silva et al., 2024) registraram que problemas relacionados à formação de biofilmes na tubulação e depósitos de sedimentos em sistemas de armazenamento estavam associados a elevadas contagens de bactérias heterotróficas, indicadoras de contaminação não-fecal que reflete condições inadequadas de higiene do sistema. A ausência de limpeza periódica de reservatórios permite o acúmulo de lodo, ferrugem e sedimentos que favorecem a proliferação de bactérias patogênicas como *Escherichia coli*, *Salmonella* e protozoários como *Giardia lamblia*, comprometendo a qualidade microbiológica da água mesmo que o poço esteja adequadamente protegido. Recomenda-se a higienização de reservatórios a cada seis meses, especialmente em contextos rurais, onde há maior risco de contaminação por material particulado e colonização microbiana (Jari et al., 2023).

A integração desses fatores — proximidade inadequada de fossas, manejo agrícola impróprio, reduzida profundidade dos poços e falta de manutenção de sistemas de armazenamento — configura cenário de risco cumulativo. Esse risco é particularmente agudo durante períodos de intensificação da contaminação, como em estações chuvosas quando enxurradas facilitam o transporte de contaminantes superficiais até poços inadequadamente vedados e mal localizados, conforme discutido previamente em relação aos achados de Contagem e Belo Horizonte.

Após análise dos estudos listados, observa-se a grande necessidade de ofertar o conhecimento sobre os cuidados com a potabilidade da água de poços artesianos para a população geral. Com isso, durante as análises, foi realizado, também, a criação de um panfleto informativo (figura 12), a fim de auxiliar a população no tratamento e monitoramento da qualidade de seus poços, elevando a pesquisa a nível social - e não só acadêmico - fazendo um verdadeiro trabalho com a comunidade, ensinando a como manter uma boa qualidade de água, como tratar, como prevenir

contaminações e revelando a gravidade de não cuidar da maneira correta de seus poços, transmitindo o que acontece no viés científico.

Segundo o estudo apresentado por Lima et al. (2023), no artigo “Educação ambiental e a conscientização sobre a utilização racional dos recursos hídricos”, que evidenciam a eficácia de estratégias educativas voltadas à conscientização da população sobre o uso e a preservação da água. Os autores demonstram que atividades como palestras, oficinas, trilhas ecológicas, visitas a estações de tratamento, elaboração de panfletos e uso de jogos didáticos e aplicativos tecnológicos são eficientes para promover a mudança de comportamento e o senso crítico ambiental nas comunidades (Lima et al., 2023).

Assim como no presente estudo, Lima et al. (2023) ressaltam que ações educativas simples e acessíveis — quando fundamentadas em princípios de educação ambiental — são capazes de transformar o conhecimento científico em práticas sustentáveis, fortalecendo a participação da comunidade na gestão dos recursos hídricos. Dessa forma, o panfleto produzido nesta pesquisa atua como uma ferramenta de extensão social e conscientização ambiental, promovendo o cuidado com a potabilidade da água dos poços artesianos e contribuindo diretamente para a educação e saúde pública local (Lima et al., 2023).

Contaminação por Micro-organismos em Poços Artesianos

1. POR QUE UM POÇO PODE FICAR CONTAMINADO?

Poço mal construído:

- Se o poço não tiver um bom acabamento ou vedação, sujeira e germes podem entrar.
- Se for cavado perto de fossas, rios sujos ou lixo, a água pode ficar contaminada.

Entrada de água suja da superfície:

- Quando chove, a água contaminada pode infiltrar no solo e chegar ao poço, especialmente se ele for raso ou o solo for muito poroso.

Problemas no encanamento:

- Se os canos forem mal feitos, a água suja pode voltar e se misturar com a água limpa do poço.

@PROIETOAGUA.PUC
BIOMEDICINAPOCOSARTESIANOS@GMAIL.COM

Falta de manutenção:

- Poços que nunca são limpos, inspecionados ou desinfetados podem acumular sujeira e micróbios.
- Equipamentos sujos, como bombas, também podem contaminar a água.

2. QUAIS MICRÓBIOS PODEM ESTAR NA ÁGUA CONTAMINADA?

- Coliformes totais e Escherichia coli (E. coli):** Indicam presença de fezes. Se aparecer E. coli, é sinal de esgoto na água.
- Outros perigos:** vírus (como rotavírus), parasitas (como Giardia) e bactérias (como Salmonella e cólera).

3. COMO LIMPAR UM POÇO CONTAMINADO?

Avaliação técnica:

- Um profissional precisa verificar se o poço está bem vedado e bem protegido contra água suja.

Limpeza:

- Tirar sujeira ou lodo e bombear a água ruim para fora.

Desinfecção química:

- Utiliza-se hipoclorito de sódio a 2,5% ou cloro granulado (solubilizado), conforme orientação da FUNASA.
- Aplica-se cerca de 200 mg/L de cloro residual livre conforme o volume do poço.
- A água deve ser recirculada por 12 a 24 horas, sem consumo nesse período.
- Após isso, é necessário bombear a água para eliminar o excesso de cloro.

Monitoramento da qualidade da água:

- Realizar análise microbiológica (coliformes totais e E. coli) e físico-química. Só pode ser usada para beber se estiver livre de germes.

Prevenção:

- Colocar tampa e proteção no poço.
- Evitar construir poços perto de fossas, currais ou fontes de sujeira (mínimo 30 metros de distância).

SAIBA MAIS: MANUAL DE SANEAMENTO (5ª EDIÇÃO) - FUNASA
HTTPS://REPOSITORIO.FUNASA.GOV.BR/HANDLE/123456789/506

Figura 12. Panfleto informativo

Legenda: Panfleto informativo produzido pelo grupo e entregue junto a devolução dos resultados aos proprietários dos poços. O material foi elaborado com objetivo de levar educação em saúde ambiental e orientação dos procedimentos recomendados para limpeza e desinfecção dos poços artesianos. Fonte: Acervo próprio.

3.2. Limitações e perspectivas

O presente estudo apresentou algumas limitações que devem ser consideradas na análise dos resultados. Nem todas as análises previstas puderam ser realizadas, o que restringiu a abrangência da avaliação. Além disso, o acesso a determinados poços foi dificultado por questões logísticas, estruturais ou pela ausência de autorização, reduzindo a representatividade da amostra.

Outro ponto a destacar foi o período de coleta, que em alguns momentos coincidiu com a estação chuvosa, ocasionando a suspensão temporária das atividades. Essa condição influencia nos resultados, já que favorece a infiltração de contaminantes e altera temporariamente parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água. Também se observou baixa adesão de parte da população, o que evidencia a necessidade de maior sensibilização quanto à importância do monitoramento e da manutenção das fontes de abastecimento.

Durante o período chuvoso, a contaminação dos poços artesianos tende a aumentar em razão das enxurradas, que facilitam o transporte de contaminantes no solo, como coliformes fecais, nitratos e metais. No município de Contagem, a prefeitura tem intensificado o monitoramento da qualidade da água diante do aumento de doenças de veiculação hídrica, como surtos de diarreia, acionando os órgãos competentes para análises mais rigorosas (Hossain et al., 2022). Em Belo Horizonte e na Região Metropolitana, estudos indicam que a impermeabilização do solo urbano e o manejo inadequado das águas pluviais contribuem para a contaminação microbiológica e química dos poços artesianos (Aroeira et al., 2022).

Como perspectiva, destaca-se a relevância de ampliar os parâmetros de análise em futuras pesquisas, realizar coletas em diferentes períodos sazonais e fortalecer o engajamento da comunidade. A mudança de conduta em relação ao consumo e manejo da água — como a limpeza regular de caixas d'água e a adequação estrutural dos poços — é fundamental para garantir a qualidade e a sustentabilidade dessas fontes.

4. CONCLUSÃO

Diante das pesquisas realizadas ao longo do presente estudo, é possível inferir que, além de suas diversas vantagens, os poços artesianos necessitam de um cuidado redobrado, a fim de evitar contaminações que trazem doenças como a diarreia aguda e a gastroenterite. Percebe-se um desconhecimento da população em relação ao manejo e a importância dos poços artesianos, visto que a maioria desconhece a relevância do monitoramento correto de suas fontes e a verdadeira dimensão dos perigos que a contaminação pode causar.

Com isso, evidencia-se a importância da criação de políticas públicas voltadas para a potabilidade da água de poços artesianos, já que os dados encontrados revelam números alarmantes de amostras contaminadas e alteradas, totalizando 80,64%.

Portanto, é fundamental que sejam implementadas medidas educativas sobre o manejo seguro de poços artesianos e a qualidade da água, voltadas para toda a população. Além disso, campanhas periódicas de manutenção, monitoramento e limpeza dos poços devem ser promovidas, garantindo o uso seguro e sustentável desses recursos hídricos essenciais. Tais iniciativas não apenas preservam a saúde da comunidade, mas também reforçam a conscientização sobre a importância do cuidado contínuo com as fontes de água potável.

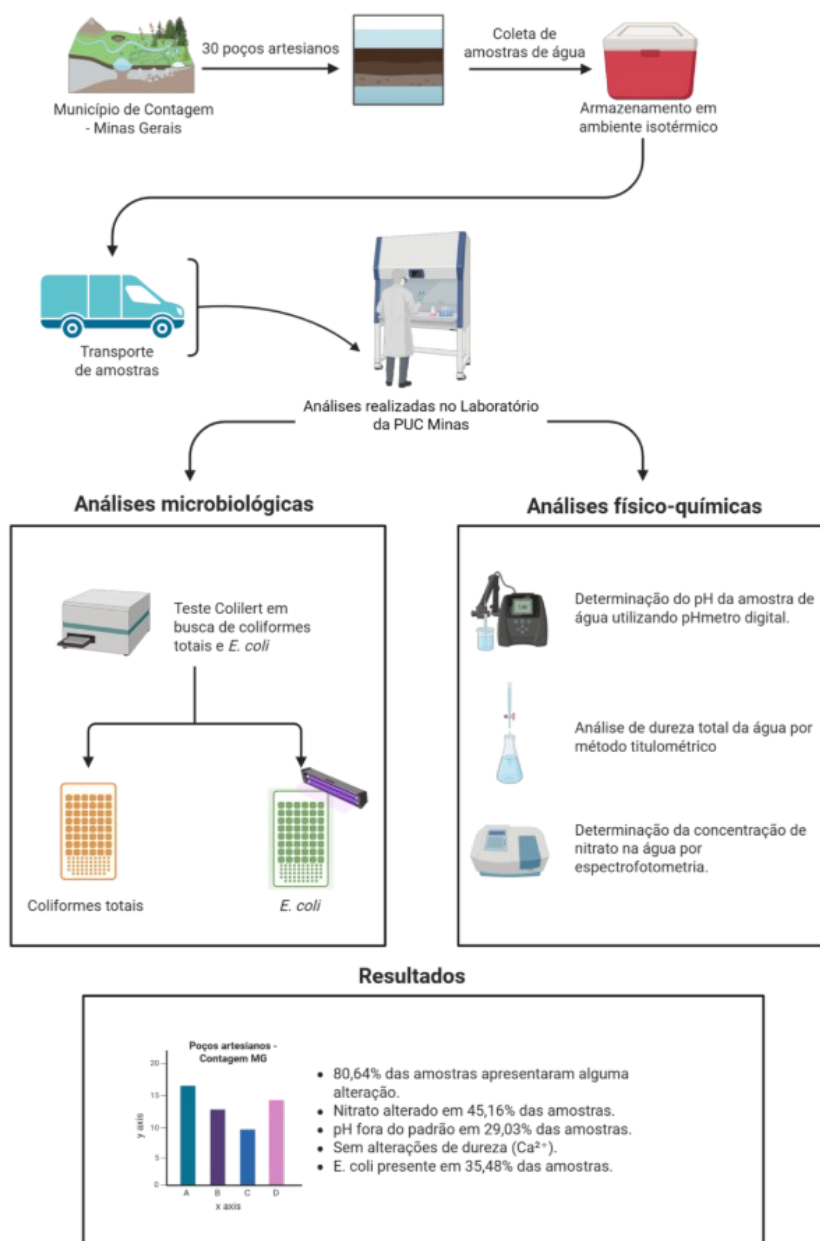


Figura 13. Conclusão esquemática

Fonte: Acervo próprio – Criado com <https://BioRender.com>

REFERÊNCIAS

1. SANTOS, João Augusto Reis et al. Relação entre a concentração de cloro residual livre e a presença de microrganismos na água de poços artesianos destinada ao consumo humano. *Scientia Plena*, v. 20, n. 8, 2024.
2. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Câmara Técnica de Águas Subterrâneas. Nitrato nas Águas Subterrâneas: Desafios Frente ao Panorama Atual - Boletim Nitrato. São Paulo 2019.
3. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION WATER, ENVIRONMENT FEDERATION. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 19th ed. Washington, DC: American Public Health Association, 1995. chapter 4, p. 85-86.

4. Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). Métodos físico-químicos para análise de alimentos/coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea -- São Paulo:Instituto Adolfo Lutz, 2008.
5. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (Brasil). Manual prático de análise de água: manual de bolso. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2013. Disponível em: <https://repositorio.funasa.gov.br/bitstream/handle/123456789/513/Manual%20pr%C3%a1ctico%20de%20an%C3%a1lisis%20de%20%C3%a1gua%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
6. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Guia nº 19/2019: validação de métodos analíticos e bioanalíticos, versão 3. Brasília, DF: Anvisa, 2019. Disponível em:<https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2957432/Guia+n%C2%BA+19_2019_vers%C3%A
7. UNIVERSIDADE CATÓLICA DE BRASÍLIA. POP Águas. Disponível em: <https://ucb2.catolica.edu.br/portal/wp-co/envios/2023/06/POP-Águas-2022.pdf>.
8. Marques, T., Maciel, L., Romanhol, M. Análise físico-química e microbiológica da água em regiões do município de Betim: um enfoque na saúde pública. PUC Minas, 2024.
9. Barbosa, PA et al. Análise da qualidade da água de poços artesianos na zona rural de Passira, PE. Revista de Engenharia, 2025.
10. Silva, MKM Análise da contaminação da água de poços artesianos no Maranhão. Cad. Pedagógico, 2024.
11. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Diretrizes e padrões para potabilidade da água. Diário Oficial da União, 2011.
12. Schultz, AMB et al. Qualidade da água destinada ao consumo humano frente à caracterização do entorno de poços artesianos. Gesec, 2025.
13. ABALEN, Isabela. Surto de diarreia: com um caso a cada 27 minutos, Contagem aciona Copasa por qualidade da água. O Tempo, Belo Horizonte, 09 set. 2025. Disponível em: <https://www.otempo.com.br/cidades/2025/9/9/surto-de-diarreia-com-um-caso-a-cada-27-minutos-contagem-aciona-copasa-por-qualidade-da-agua>. Acesso em: 15 de setembro de 2025.
14. PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE (MG). Plano Municipal de Saneamento de Belo Horizonte – 2012/2015: Volume I/II – Texto. Belo Horizonte: SMOBI / PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE, jan. 2013. Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/obras-e-infraestrutura/2018/documentos/volumei_texto_2012.pdf.
15. Siqueira et al. (2022) - Potabilidade da água de poços artesianos em comunidades rurais do agreste sergipano.
16. Silva et al. (2023) - Qualidade física, química e microbiológica da água subterrânea e sua relação com dados de infraestrutura de poços residenciais em Laranjal do Jari.
17. Zamilian et al. (2018) - Avaliação Microbiológica de Águas de Poços Artesianos em Propriedades Rurais.
18. LIMA, Marina Sobreira da Costa; RODRIGUES, Débora de Lima; BARRETO, Maurílio Kaique; MAIA, Paula Dayane Silva; LIMA, Maria Nájela de Oliveira;

- OLIVEIRA, Camila Tâmires Alves. Educação ambiental e a conscientização sobre a utilização racional dos recursos hídricos. *Open Science Research X*, v. 10, 2023. DOI: 10.37885/230111764.
19. Hossain S, Chow CWK, Cook D, Sawade E, Hewa GA. Review of Nitrification Monitoring and Control Strategies in Drinking Water System. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Mar 28;19(7):4003. doi: 10.3390/ijerph19074003. PMID: 35409686; PMCID: PMC8997939.
 20. Liu H, Wahman DG, Pressman JG. Evaluation of Monochloramine and Free Chlorine Penetration in a Drinking Water Storage Tank Sediment Using Microelectrodes. *Environ Sci Technol*. 2019 Aug 20;53(16):9352-9360. doi: 10.1021/acs.est.9b01189. Epub 2019 Aug 2. PMID: 31287953; PMCID: PMC6759989.
 21. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html