

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA SUPERFICIAL DO RIO PARDO USANDO SUBSTRATO CROMOGÊNICO E PLACAS PETRIFILM™ EC

Heloísa da Silva Barbosa Gomes¹; Natália de Souza Pelinson²; Lorena Ferrari Secchin³

Abstract: The microbiological quality of water is essential for public health and environmental preservation, with total coliforms and *Escherichia coli* being classic indicators of fecal contamination. This study evaluated the water quality of the Pardo River, in stretches located in the municipalities of Ibatiba and Iúna (ES), using the Colitest® and Petrifilm™ EC plate methods. Samples were collected at five distinct points along the river in the months of February, March, and June 2025. All samples showed the presence of total coliforms and *E. coli*, indicating widespread fecal contamination along the monitored points. The Colitest® method allowed visual detection through yellow coloration for total coliforms and fluorescence under ultraviolet light for *E. coli*. Analyses with Petrifilm™ EC plates enabled colony quantification at some of the analyzed points, presenting values well above the limits established by CONAMA Resolution No. 357/2005 for water classes 1, 2, and 3. In some cases, excessive bacterial growth prevented manual counting. The results suggest the influence of contamination sources, such as the discharge of untreated domestic sewage and animal husbandry near the river. It is concluded that the employed methods are effective, accessible, and useful for monitoring water quality. The obtained data can support environmental management actions and contribute to the protection of public health and local water resources.

Resumo: A qualidade microbiológica da água é essencial tanto para a saúde pública quanto para a preservação ambiental, sendo os coliformes totais e *Escherichia coli* indicadores clássicos de contaminação fecal. Este estudo avaliou a qualidade da água do rio Pardo, em trechos localizados nos municípios de Ibatiba e Iúna (ES), utilizando os métodos Colitest® e placas Petrifilm™ EC. As amostras foram coletadas em cinco pontos distintos do rio, nos meses de fevereiro, março e junho de 2025. Todas as amostras apresentaram presença de coliformes totais e *E. coli*, evidenciando ampla contaminação fecal ao longo dos pontos monitorados. O método Colitest® permitiu a detecção visual por meio de coloração amarelada para coliformes totais e fluorescência sob luz ultravioleta para *E. coli*. As análises com placas Petrifilm™ EC possibilitaram a quantificação das colônias em alguns dos pontos analisados, apresentando valores superiores aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas das classes 1, 2 e 3. Em determinados pontos, o crescimento bacteriano excessivo inviabilizou a contagem manual. Conclui-se que os métodos empregados são eficazes, acessíveis e adequados para o monitoramento da qualidade microbiológica da água. Os dados obtidos podem subsidiar ações de gestão ambiental e contribuir para a proteção da saúde pública e dos recursos hídricos locais.

Palavras-Chave – Água superficial, Coliformes, *Escherichia coli*.

¹Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Ibatiba, R. Sete de Novembro, 40 – Centro, Ibatiba – ES, Brasil, 29395-000. heloisa2gomes@gmail.com.

² Universidade Federal de São Carlos, Campus Lagoa do Sino, Buri - SP, Brasil; nataliasp@ufscar.br.

³Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Ibatiba, R. Sete de Novembro, 40 – Centro, Ibatiba – ES, Brasil, 29395-000. lorena.secchin@ifes.edu.br.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial à manutenção da vida terrestre, exercendo papel fundamental nos ecossistemas e nas atividades humanas. No entanto, seu uso inadequado tem comprometido a qualidade e os diversos usos dos corpos hídricos (Carvalho *et al.*, 2022). A contaminação microbiológica de corpos hídricos superficiais representa uma preocupação crescente, especialmente em razão do descarte inadequado de resíduos e do escoamento superficial que carrega matéria orgânica e microrganismos patogênicos (Almeida *et al.*, 2017). A ingestão ou o contato com água contaminada pode resultar em surtos de doenças de veiculação hídrica, como gastroenterites e hepatite A (Pereira *et al.*, 2011; WHO, 2023).

Para garantir a segurança hídrica e a proteção da saúde pública, torna-se indispensável o monitoramento da qualidade microbiológica da água. Entre os principais indicadores utilizados estão os coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*, cuja presença sugere contaminação fecal recente (BRASIL, 2021). Tradicionalmente, esses microrganismos são detectados por métodos baseados em cultivo, que demandam tempo e estrutura laboratorial (Spíndola, 2024).

Com o avanço de técnicas analíticas mais ágeis e eficientes, métodos alternativos têm sido incorporados ao monitoramento ambiental, especialmente na avaliação da qualidade microbiológica da água. Entre esses métodos, destacam-se os substratos cromogênicos e fluorogênicos, como o Colitest®, que permitem a detecção simultânea de coliformes totais e *E. coli*, de forma mais rápida e sensível (Fernandes; Gois, 2015), além das placas Petrifilm™ EC, que proporcionam praticidade, confiabilidade e facilidade de aplicação tanto em análises laboratoriais quanto em campo (3M BRASIL, n.d.). Os substratos cromogênicos e fluorogênicos, como os utilizados no método Colitest®, permitem a detecção simultânea de coliformes totais (cor amarela) e *E. coli* (fluorescência sob luz UV). Essa tecnologia apresenta alta sensibilidade e especificidade, reduzindo o tempo de análise para 24 horas (Lacerda *et al.*, 2009). As placas Petrifilm™ EC combinam substratos específicos com um meio de cultura desidratado, possibilitando a contagem direta de colônias. Elas são práticas, ocupam menos espaço e reduzem a manipulação, minimizando o risco de contaminação cruzada (Alves *et al.*, 2002). Essas ferramentas representam alternativas promissoras para o controle microbiológico de águas superficiais, especialmente em regiões com limitações de infraestrutura analítica.

Este trabalho teve como objetivo analisar a qualidade microbiológica da água superficial do rio Pardo, no município de Ibatiba/ES, por meio da detecção da presença de coliformes totais e *E. coli*, utilizando os métodos analíticos Colitest® e placas Petrifilm™ EC. Além disso, buscou-se contribuir para o fortalecimento do monitoramento da qualidade microbiológica da água, destacando a relevância da aplicação de técnicas rápidas e confiáveis, essenciais para a garantia da segurança hídrica, a preservação ambiental e a proteção da saúde pública.

METODOLOGIA

Foram coletadas amostras de água superficial em cinco pontos ao longo do rio Pardo, sendo quatro localizados no município de Ibatiba/ES, abrangendo trechos situados em áreas rurais e urbanas ao longo do curso do rio, e um ponto localizado na zona rural do município de Iúna/ES, a jusante. Os pontos de amostragem foram selecionados estrategicamente em pontes localizadas em vias municipais, por serem pontos fixos e de fácil identificação, o que possibilita a repetição das

coletas no mesmo local, além de facilitar o acesso e garantir a segurança da equipe. As campanhas amostrais foram realizadas nos meses de fevereiro, março e junho de 2025, contemplando períodos representativos das estações chuvosa e seca, abrangendo diferentes condições hidrológicas do rio.

As amostras foram obtidas com o auxílio de um recipiente de material inerte, utilizado para acessar a lâmina d'água a uma profundidade aproximada de 30 cm. Em seguida, a água foi transferida para frascos de vidro borossilicato com volume de 250 mL, previamente esterilizados em autoclave a 121 °C por 15 minutos e devidamente identificados.

Durante o procedimento de coleta, adotaram-se cuidados para evitar contaminação cruzada, como o uso de luvas e a não exposição direta dos frascos à margem do rio. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em caixa térmica com gelo reciclável, mantendo temperatura entre 2 °C e 8 °C, e transportadas ao laboratório, onde foram analisadas em até 6 horas, conforme recomenda a APHA (2017). As análises foram realizadas no laboratório de microbiologia do Instituto Federal do Espírito Santo - campus Ibatiba.

A detecção de coliformes totais e *E. coli* por meio do método do substrato cromogênico e fluorogênico Colitest® foi realizada conforme as instruções do fabricante (LKP Diagnósticos, n.d.) e o *Manual Prático de Análise de Água* da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2013). Em frasco estéril contendo tiosulfato pulverizado (Marca: LKP, Referência: FRTP150), foi adicionada uma alíquota de 100 mL da amostra de água previamente homogeneizada. Em seguida, o conteúdo de um sachê do reagente Colitest® foi incorporado diretamente à amostra. A mistura foi agitada suavemente até a completa dissolução do reagente.

A cor inicial da amostra com o meio de cultura Colitest® é púrpura (Figura 1) e passa para uma faixa de tonalidade de amarelo, influenciado pela fermentação da lactose, pH, especificidade e concentração de bactérias do grupo coliformes presentes na amostra. O produto contém em sua formulação MUG (4-metilumbeliferil-β-D-glucuronídeo) que quando hidrolisado libera um fluoróforo, que apresenta fluorescência azul visível na luz ultravioleta, quando positivo para *E. coli* (LPK Diagnósticos, n. d.).

Figura 1 – Amostra com meio de cultura Colitest® apresentando coloração púrpura antes da incubação.



Fonte: Autoria própria, 2025.

Os frascos foram então incubados a $35 \pm 0,5$ °C por 24 horas em estufa bacteriológica. Após o período de incubação, a leitura foi realizada por inspeção visual, sendo a presença de coliformes totais indicada pela coloração amarelada, e a presença de *E. coli* confirmada pela fluorescência sob luz ultravioleta.

Para as análises microbiológicas com placas Petrifilm™ EC, seguiram-se as instruções do fabricante (3M Brasil) e as recomendações da APHA (2017). A placa Petrifilm™ EC é um sistema pronto que contém um meio de cultura composto por nutrientes Vermelho Violeta Bile (VBR) modificados, agente geleificante solúvel em água fria, indicador enzimático BCIG (5-bromo-4-cloro-3-indolil-D-glucuronida) para detecção da atividade de β -glucuronidase, e indicador de tetrazólio para facilitar a enumeração das colônias (3M Brasil, n. d.).

Para a execução da análise, cada amostra de água foi previamente homogeneizada, e uma alíquota de 1 mL foi transferida assepticamente para o centro da placa, utilizando pipeta estéril. Em seguida, a lâmina superior da placa foi posicionada e suavemente pressionada, de modo a distribuir a amostra de forma uniforme e evitar a formação de bolhas. As placas foram mantidas em posição horizontal por aproximadamente 1 minuto, garantindo a solidificação do gel.

Após a inoculação, as placas foram incubadas a $35 \pm 0,5^\circ\text{C}$ por 24 horas em estufa bacteriológica. A leitura dos resultados foi realizada por contagem direta das colônias com auxílio de contador de colônias manual. As colônias de coliformes totais foram identificadas pela coloração vermelha com produção de gás, enquanto as colônias de *E. coli* apresentaram coloração azul com gás. Os resultados foram expressos em unidades formadoras de colônia (UFC) por mL, considerando apenas as colônias que apresentaram gás visível, conforme os critérios estabelecidos pelo fabricante.

As análises microbiológicas utilizando o método do substrato cromogênico e fluorogênico Colitest® foram realizadas nos meses de fevereiro, março e junho de 2025, enquanto as análises com placas Petrifilm™ EC ocorreram exclusivamente em março e junho de 2025.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

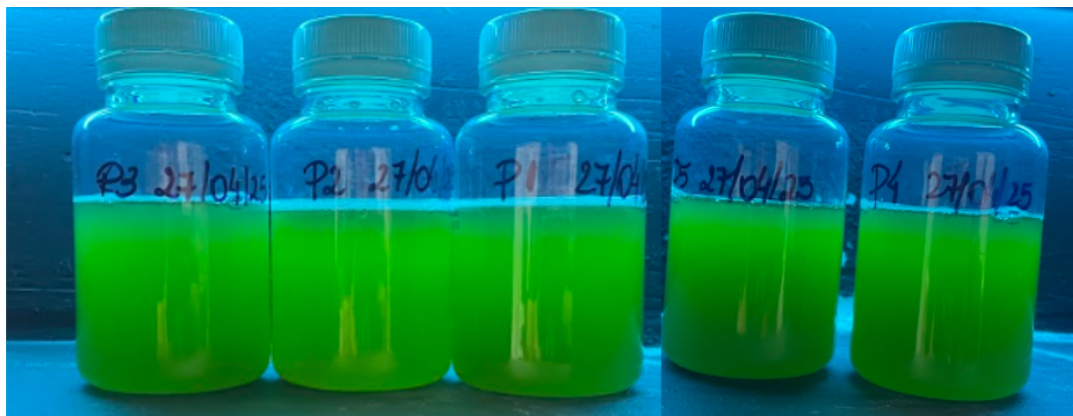
As análises microbiológicas realizadas com o substrato cromogênico Colitest® revelaram presença simultânea de coliformes totais e *Escherichia coli* em 100% das amostras coletadas nos cinco pontos de monitoramento, durante as três campanhas realizadas nos meses de fevereiro, março e junho de 2025. A positividade foi confirmada por dois indicadores visuais distintos: a coloração amarela, resultante da metabolização do substrato cromogênico por coliformes totais (Figura 2), e a emissão de fluorescência sob luz ultravioleta, característica da atividade enzimática específica de *E. coli* (Figura 3). Esses resultados evidenciam um padrão persistente de contaminação fecal nas águas do rio Pardo, independentemente da variação sazonal das coletas.

Figura 2 – Frascos Colitest® apresentando coloração amarelada, indicativa de presença de coliformes totais, nas amostras de água superficial do rio Pardo coletadas em fevereiro de 2025.



Fonte: Os autores, 2025.

Figura 3 – Frascos Colitest® apresentando fluorescência sob luz ultravioleta, indicativa da presença de *E. coli*, nas amostras de água superficial do rio Pardo coletadas em março de 2025.



Fonte: Os autores, 2025.

Fonseca e Gontijo (2021) também obtiveram resultados positivos para coliformes totais e *E. coli* ao utilizarem o substrato cromogênico e fluorogênico Colitest® na avaliação da qualidade ambiental e microbiológica de nascentes localizadas na área urbana de Santo Antônio do Monte/MG. Silva et al. (2023) empregaram o mesmo teste para verificar a presença ou ausência de *E. coli* em amostras de água de um açude localizado na cidade de Bom Conselho/PE, obtendo resultados positivos durante seis meses consecutivos de monitoramento. Além disso, Teles *et al.* (2023), ao analisarem água de nascentes que abastecem uma comunidade rural, constataram que 100% das amostras estavam contaminadas por coliformes totais e *E. coli*.

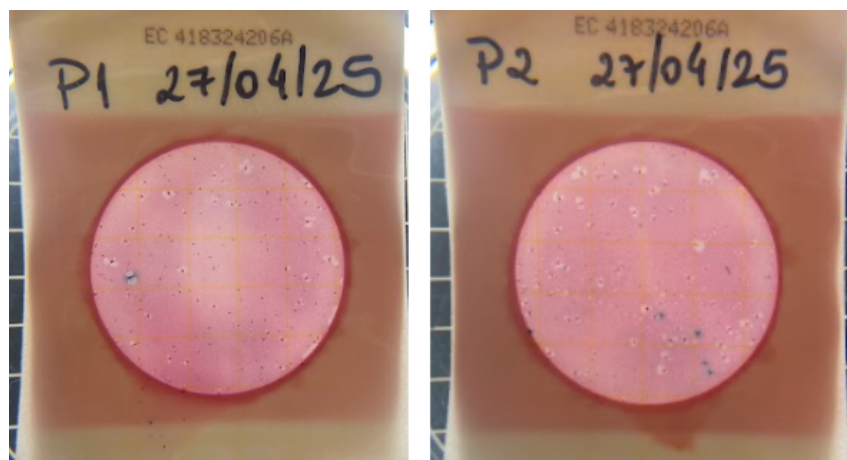
O método cromogênico, além de indicar a presença ou ausência, permite a quantificação de microrganismos em amostras de água por meio da incubação da amostra em cavidades de uma cartela (Quanti-Tray), onde a presença de coloração e fluorescência indica a contagem das unidades formadoras de colônia, expressa como Número Mais Provável (NMP) por 100 mL. Silva *et al.* (2019) aplicaram este método quantitativo, utilizando o substrato Colilert®, similar ao Colitest®, para análise em amostras de água destinada ao consumo humano, proveniente de poços artesianos.

Nas análises realizadas com as placas Petrifilm™ EC em março, foi possível realizar a contagem das colônias nos pontos 1 e 2, onde a densidade microbiana se encontrava dentro de uma faixa visualmente mensurável. No entanto, não foi possível diferenciar as colônias de coliformes totais das de *E. coli*, sendo a contagem realizada de forma conjunta, considerando o total de colônias presentes nas placas, que apresentaram valores de 237 UFC/mL e 205 UFC/mL, respectivamente (Figura 4).

No entanto, nos demais pontos (3, 4 e 5), a elevada concentração de microrganismos resultou em supercrescimento, impossibilitando a contagem manual das colônias devido à intensa aglomeração bacteriana nas placas.

Em todos os cinco pontos analisados foi identificada a presença de coliformes totais e *E. coli*, indicando contaminação fecal ao longo dos trechos amostrados do rio. Nos pontos 1 e 2, onde foi possível realizar a contagem das colônias nas placas Petrifilm™ EC, os valores observados apresentam-se acima dos padrões estabelecidos pela legislação.

Figura 4 – Placas Petrifilm™ EC referentes às amostras dos pontos 1 e 2, coletadas no rio Pardo em março de 2025.



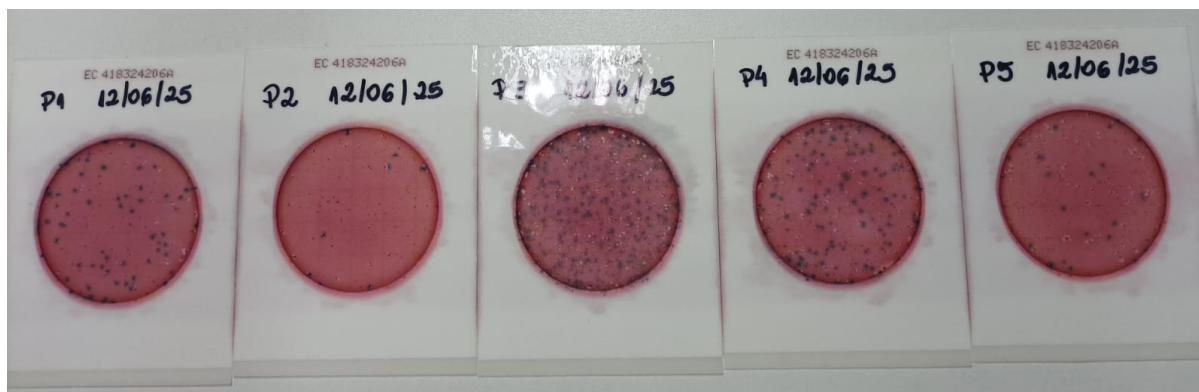
Fonte: Os autores, 2025.

Para fins de comparação com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, os resultados obtidos nas análises com as placas Petrifilm™ EC, originalmente expressos em unidades formadoras de colônia por mililitro (UFC/mL), foram convertidos para UFC/100 mL, multiplicando-se os valores por 100. Assim, os pontos 1 e 2, que apresentaram 237 e 205 UFC/mL, correspondem, respectivamente, a 23.700 UFC/100 mL e 20.500 UFC/100 mL.

Quando comparados aos limites máximos permitidos para coliformes termotolerantes por classe de uso da água doce, que é de 200 UFC/100 mL para Classe 1, 1.000 UFC/100 mL para Classe 2 e 4.000 UFC/100 mL para Classe 3, os valores observados revelam-se significativamente superiores, mesmo em relação ao padrão mais permissivo.

Nas análises realizadas com as placas Petrifilm™ EC em junho, também foi possível identificar a presença de coliformes totais das de *E.coli* nos 5 pontos de amostragem (figura 5), foi possível realizar a contagem de colônias de forma conjunta, exceto no ponto 3, em que a densidade microbiana foi muito elevada, impossibilitando a contagem manual.

Figura 5 – Placas Petrifilm™ EC referentes às amostras coletadas no rio Pardo em junho de 2025.



Fonte: Os autores, 2025.

A contagem de colônias nos pontos 1, 2, 4 e 5 foi de 6.400 UFC/100 mL, 900 UFC/100 mL, 10.500 UFC/100 mL e 2.700 UFC/100 mL, respectivamente. Desses valores, apenas o ponto 2

encontra-se dentro do padrão aceitável estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas de Classe 2, classe de águas superficiais destinadas, entre outros usos, à recreação de contato primário. Nos pontos 1 e 4, localizados na zona rural do município, observam-se pequenas criações de animais próximas à margem do rio, o que contribui para o aumento das concentrações de coliformes totais e *E. coli* devido à contaminação fecal direta e ao escoamento superficial. Por outro lado, o ponto 3, situado na área urbana do município, apresentou visualmente a maior concentração de colônias de microrganismos, o que pode indicar uma carga mais elevada de contaminação, possivelmente relacionada ao lançamento de esgotos domésticos no corpo hídrico, representando risco à qualidade da água e à saúde pública.

Sá (2021) utilizou a mesma técnica para avaliar as condições microbiológicas do Lago Azul, em Araguaína/TO, encontrando valores máximos de 41 UFC/mL. De forma semelhante, Simões *et al.* (2020) e Fernandes *et al.* (2021) aplicaram as placas Petrifilm™ na análise da qualidade da água de poços domésticos e da balneabilidade de praias, respectivamente, destacando a relevância de métodos rápidos e eficazes no monitoramento microbiológico da água.

Em sua maioria, os valores observados nas análises microbiológicas ultrapassam significativamente os limites estabelecidos para coliformes termotolerantes nas classes 1, 2 e 3 da normativa. Essa condição compromete a possibilidade de enquadramento do trecho analisado do rio Pardo, mesmo nas categorias mais permissivas, indicando a presença de múltiplas fontes de contaminação, que podem incluir poluição fecal, descargas industriais, escoamento agrícola e outras formas de poluição microbiológica, configurando um grave quadro de degradação ambiental e risco à saúde pública.

CONCLUSÃO

Os métodos baseados no substrato cromogênico Colitest® e nas placas Petrifilm™ EC demonstraram elevada sensibilidade na detecção de microrganismos indicadores em amostras de água superficial do rio Pardo, evidenciando sua aplicabilidade em análises microbiológicas rápidas, práticas e confiáveis para a avaliação da qualidade da água.

Apesar do caráter pontual da análise microbiológica realizada, os resultados obtidos sugerem que a qualidade da água superficial do rio Pardo encontra-se comprometida nos trechos analisados. A detecção de coliformes totais e *E. coli* em todas as amostras analisadas indica contaminação fecal proveniente de uma poluição difusa, o que representa um potencial risco à saúde pública e ao equilíbrio ambiental. Essa contaminação, possivelmente, está associada ao lançamento de esgotos domésticos in natura ou não adequadamente tratados diretamente no curso do rio ou à presença de animais de criação em áreas rurais próximas do curso hídrico.

Para aprimorar a acurácia e a capacidade de quantificação microbiológica recomenda-se a utilização complementar do Colitest® com o sistema Quanti-Tray®, que possibilita a estimativa do Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e *E. coli* por 100 mL de amostra. Além disso, o uso de um leitor automatizado Neogen® Petrifilm® Advanced pode otimizar a contagem de colônias nas placas Petrifilm™ EC, aumentando a precisão e a reprodutibilidade dos dados.

Por fim, os dados gerados neste estudo podem servir como base relevante para pesquisas futuras e para o desenvolvimento de estratégias contínuas de gestão e monitoramento ambiental, colaborando com iniciativas e políticas públicas voltadas à preservação e à melhoria da qualidade da água do rio Pardo.

REFERÊNCIAS

- 3M Brasil. (n.d.). *Placas 3M™ Petrifilm™ EC para contagem de E. coli e coliformes*.
- ALMEIDA, A. G., CARVALHO, L. R., ALVES, F. Q., ADRY, A. P., SANTINI, A. C., ALELUIA, M. M. (2017). “Análise microbiológica e físico-química da água de bebedouros em unidades de ensino no município de Ilhéus-BA”. *SaBios: Revista Saúde e Biologia*, 12(2), pp. 20–26.
- ALVES, N. C., ODORIZZI, A. C., GOULART, F. C. (2002). “Análise microbiológica de águas minerais e de água potável de abastecimento, Marília, SP”. *Revista de Saúde Pública*, 36, pp. 749–751.
- APHA – American Public Health Association. (2017). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (23rd ed.). APHA, AWWA, WEF.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. (2005). *Resolução nº 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. Diário Oficial da União.
- BRASIL. Ministério da Saúde. (2021). *Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021*. Diário Oficial da União.
- CARVALHO, B. de A. F., ELOI, W. M., ALEXANDRE, D. M. B. (2022). “Análise sazonal da qualidade da água do açude Ayres de Sousa, Ceará, Brasil”. *Revista AIDIS de ingeniería y ciencias ambientales: Investigación, desarrollo y práctica*, 15(3), pp. 1203–1219.
- FERNANDES, L. L., GOIS, R. V. (2015). “Avaliação das principais metodologias aplicadas às análises microbiológicas de água para consumo humano voltadas para a detecção de coliformes totais e termotolerantes”. *Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente*, 6(2), pp. 49–64.
- FERNANDES, M. L. B., GOUVEIA, R. L., LUCENA, L. F., RODRIGUES, M. S., SILVA, A. K. P., SILVA, N. M. P. R. (2021). “Estudo de balneabilidade em quatro praias do arquipélago de Fernando de Noronha baseado em análise de coliformes totais”. *Research, Society and Development*, 10(11), e302101119784.
- FONSECA, A. R., GONTIJO, R. A. N. (2021). “Impactos ambientais macroscópicos e qualidade microbiológica das águas em nascentes da área urbana de Santo Antônio do Monte – MG”. *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*, 10(20), pp. 87–101.
- FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. (2013). *Manual prático de análise de água* (4ª ed.). Ministério da Saúde.
- LACERDA, L. M., MOTA, R. A., SENA, M. J. (2009). “Qualidade microbiológica da água utilizada em fazendas leiteiras para limpeza das tetas de vacas e equipamentos leiteiros em três municípios do Estado do Maranhão”. *Arquivos do Instituto Biológico*, 76(4), pp. 569–575.
- LKP Diagnósticos. (n.d.). *Kit Colitest – Detecção simultânea de coliformes totais e E. coli em 100 mL de água* (teste substrato cromogênico e fluorogênico).
- NEOGEN CORPORATION. (n.d.). *Petrifilm™ Plate Reader Advanced*.
- PEREIRA, C. A. R., MELO, J. V., MONTEIRO, C. F., FERNANDES, A. L. T., OKURA, M. H. (2011). “O estudo da qualidade microbiológica da água de consumo humano na comunidade Santa Fé”. *Saúde e Pesquisa*, 4(3), pp. 393–400.

- Sá, M. D. S. (2021). “*Condições físico-químicas e microbiológicas do Lago Azul em Araguaína, TO*” (Trabalho de conclusão de curso, Licenciatura em Ciências Biológicas). Universidade Federal do Tocantins.
- SILVA, C. R., SANCHES, M. S., MILHIM, B. H. G. A., ROCHA, S. P. D., PELAYO, J. S. (2019). “*Avaliação da presença e quantificação de coliformes totais e Escherichia coli em amostras de água destinada ao consumo humano proveniente de poços artesianos*”. Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, 40(2), pp. 129–140.
- SILVA, E. V. O., PINHEIRO, M. A. C., SILVA, A. M., SANTOS, A. F. S. (2023). “*Análise microbiológica da água do Açude da Nação - Bom Conselho/PE*”. Revista Contemporânea, 3(8), pp. 13073–13086.
- SIMÕES, M. C., MORALES, G. P., BICHARA, C. N. C. (2020). “*Avaliação da qualidade da água de poços domésticos em comunidades rurais no Arquipélago de Marajó - PA*”. Revista Brasileira de Geografia Física, 13(5), pp. 2462–2475.
- SPÍNDOLA, R. F. (2024). “*Análise microbiológica da água em escolas da rede pública de São Luís abastecidas por poços artesianos comunitários*” (Trabalho de conclusão de curso, Licenciatura em Química). Universidade Federal do Maranhão.
- TELES, Y. C. A., VIEIRA, A. L. L., OLIVEIRA, A. M., LEANDRO, I. M. B., ALCÂNTARA, K. A., SILVA, R. O. M. (2023). “*Avaliação da qualidade microbiológica da água de fontes naturais do distrito de Arajara*”. Revista Interfaces, 11(1), pp. 1741–1744.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. (2023). *Drinking-water*. World Health Organization.