CADERNOS MACAMBIRA

ISSN 2525-6580, Serrinha, Bahia - v.10, n. 2, 2025. https://doi.org/10.59033/cm.v10.i2.1728.
Anais do IX Seminário de Agroecologia e Produção Orgânica - Território Sertão Produtivo

ARTIGO / ARTICLE
Área temática: Meio Ambiente

ANÁLISE BACTERIOLÓGICA DAS ÁGUAS DE IRRIGAÇÃO NO CULTIVO DE HORTALIÇAS DO SEMIÁRIDO

BACTERIOLOGICAL ANALYSIS OF IRRIGATION WATER IN VEGETABLE CULTIVATION IN THE SEMI-ARID REGION

Mariana Souza Camargo[1*], Aureluci Alves de Aquino[2], Luzia Avelar Oliveira[3], Inara dos Santos Coutinho[4], Paulo Emílio Rodrigues Donato[5], Felizarda Viana Bebé[6]

[1] Graduanda em Engenharia Agronômica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, *Campus* Guanambi. *Autora correspondente: marianacamargo089@gmail.com.
[2] Doutora em Ciências e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa.
[3] Graduanda em Engenharia Agronômica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, *Campus* Guanambi.
[4] Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal Baiano - *Campus* Guanambi.
[5] Doutorado em Agronomia pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – *Campus* Itapetinga.
[6] Doutora em Ciências do Solo pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Professora EBTT do IF Baiano - *Campus* Guanambi.

Recebido: 03/08/2025 - **Revisado**: 20/02/2026 - **Aceito**: 21/02/2026 - **Publicado**: 24/02/2026

RESUMO: A água é a base da existência humana e ambiental, indispensável ao cultivo de frutas e hortaliças. No semiárido, a escassez de água é um dos principais desafios da agricultura, o que tem levado ao aumento do uso de águas subterrâneas, especialmente as provenientes de poços. Essas águas, estão mais suscetíveis à contaminação, tornando fundamental a avaliação de sua qualidade microbiológica. Sendo assim, este trabalho objetivou analisar a qualidade microbiológica da água utilizada na irrigação de hortaliças em comunidades rurais do Semiárido, verificando se as amostras coletadas atendem aos padrões exigidos pela legislação vigente para esse uso. As famílias beneficiadas por este projeto estão em processo de certificação orgânica, e os resultados obtidos com as análises microbiológicas contribuíram para o cumprimento das exigências legais, que determinam a realização desses testes a cada seis meses. Das 12 amostras coletadas, 9 apresentaram ausência de coliformes termotolerantes e Escherichia coli, indicando conformidade com a legislação vigente. Em apenas uma propriedade foi observada contaminação persistente, com presença de coliformes nas duas coletas. Os resultados demonstram que a maioria das águas analisadas é adequada para irrigação de alimentos consumidos crus. A detecção pontual de contaminação reforça a importância do monitoramento contínuo como ferramenta para garantir a segurança alimentar, atender às exigências da certificação orgânica e orientar ações corretivas nas propriedades rurais. Com base nos dados obtidos, foram elaboradas cartilhas educativas para orientar os agricultores sobre os riscos da água contaminada e boas práticas de uso e tratamento.

Palavras-Chave: Doenças de veiculação hídrica. Qualidade microbiológica. Águas subterrâneas.

Este trabalho está licenciado sob uma Licença Internacional Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International

ABSTRACT: Water is the foundation of human and environmental existence and is essential for the cultivation of fruits and vegetables. In semi-arid regions, water scarcity represents one of the main challenges to agriculture, leading to increased reliance on groundwater sources, particularly those obtained from wells. These waters are more susceptible to contamination, making the assessment of their microbiological quality essential. Thus, this study aimed to analyze the microbiological quality of water used for vegetable irrigation in rural communities of the Semi-Arid region, verifying whether the collected samples comply with the standards established by current legislation for this purpose. The families benefiting from this project are undergoing organic certification, and the results obtained from the microbiological analyses contributed to meeting legal requirements, which mandate testing every six months. Of the 12 samples collected, nine showed absence of thermotolerant coliforms and Escherichia coli, indicating compliance with current regulations. Persistent contamination was observed in only one property, where coliforms were detected in both sampling events. The findings demonstrate that most of the analyzed water sources are suitable for the irrigation of foods consumed raw. The occasional detection of contamination highlights the importance of continuous monitoring as a tool to ensure food safety, comply with organic certification requirements, and guide corrective actions on rural properties. Based on the data obtained, educational booklets were developed to guide farmers regarding the risks associated with contaminated water and best practices for water use and treatment.

Keywords: Waterborne diseases. Microbiological quality. Groundwater.

INTRODUÇÃO

A água é fundamental para a agricultura, pois desempenha papel fundamental no desenvolvimento de frutas e hortaliças. Sua disponibilidade está diretamente relacionada ao aumento da produtividade agrícola (Falloon; Betts, 2010). Em escala global, a irrigação é responsável pelo maior consumo de água proveniente de rios, lagos e poços subterrâneos (Dantas *et al*., 2014). No entanto, a escassez hídrica tem se consolidado como uma das principais limitações do setor agrícola, especialmente em regiões de clima semiárido (Falloon; Betts, 2010).

Na região do Sertão Produtivo, na Bahia, a produção de frutas e hortaliças se destaca como uma das principais atividades econômicas dentre as atividades agrícolas desenvolvidas. Contudo, os baixos índices pluviométricos têm dificultado o desenvolvimento sustentável dessas culturas (Oliveira *et al*., 2014). Pequenos produtores rurais, diante do regime irregular de chuvas, recorrem ao uso de águas subterrâneas provenientes de poços, açudes e

barragens. Todavia, a prática da irrigação deve obedecer a critérios sanitários que assegurem o uso de água com qualidade microbiológica adequada (Andrade, 2009).

Considerando o aumento do consumo de hortaliças, tais como coentro *(Coriandrum sativum L.)* e alface *(Lactuca sativa L.)*, e a possibilidade de contaminação microbiológica durante as etapas de produção, torna-se fundamental a realização de análises periódicas da água utilizada na irrigação (Silva *et al.*, 2016). Nesse cenário, este estudo objetivou avaliar a qualidade microbiológica da água de poços comunitários, utilizada na irrigação de hortaliças em comunidades rurais dos municípios de Caetité e Candiba (BA), cujos agricultores estão em fase de certificação orgânica. Os resultados obtidos contribuirão para o cumprimento das exigências legais, que determinam a realização de análises microbiológicas semestrais, e permitirão orientar os produtores quanto à adoção de medidas corretivas, quando necessário.

REFERENCIAL TEÓRICO

Consumo e produção de hortaliças

As hortaliças são parte integrante da dieta da população mundial (Moretti, 2003). São tradicionalmente ingeridas junto com alimentos proteicos e carboidratos, fornecendo não apenas variedade de cor e textura às refeições, mas também nutrientes importantes (Carvalho *et al.*, 2006).

Dentre a produção de alimentos, as hortaliças possuem dinâmica de mercado próprio, influenciada por fatores como: diversidade, estacionalidade e qualidade. Sofrem maior pressão de preços, já que apresentam um mercado competitivo e de produtos perecíveis. As hortaliças folhosas, por exemplo, são produzidas para o abastecimento regional, não permitindo grandes deslocamentos (Camargo Filho; Camargo, 2008).

Aspectos higiênico-sanitários na produção de hortaliça

Alguns fatores que favorecem a transmissão de patógenos, principalmente em produtos consumidos crus, são as condições de higiene

durante o cultivo, armazenamento, transporte e distribuição para o consumidor, a prática do uso de fertilizantes (estercos ou esgotos, não tratados ou tratados de maneira inadequada) e a utilização de águas contaminadas para irrigação ou lavagem de verduras (Cenci, 2006; Heaton; Jones, 2008).

A irrigação com água de má qualidade pode provocar contaminação dos alimentos irrigados, implicando na qualidade do produto e, principalmente, a saúde humana, um momento que hortaliças e frutas, especialmente aquelas consumidas cruas, podem servir de instrumento de disseminação e uma série de patologias aos consumidores (Franco; Vanzela; Hernandez, 2006).

Fontes de água e de contaminação

As águas subterrâneas localizam-se abaixo da superfície do solo, nos poros e fissuras de formações litológicas e que são inerentes ao ciclo da água, assim, estão diretamente correlacionadas com os fenômenos atmosféricos e climáticos, com o regime hídrico superficial de rios ou lagos, além das nascentes alimentadas naturalmente pela água subterrânea ao alcançar à superfície. Assim, ao se observar as características das águas subterrâneas, deve-se levar em conta as ações antrópicas no entorno e os aspectos geológicos do corpo hídrico, bem como as especificidades hidrogeológicas (permeabilidade hidráulica, porosidade e grau de confinamento), além dos atributos pedológicos da área de contribuição, responsáveis pela recarga do aquífero (Funasa, 2014).

Às reservas primordiais para o suprimento de água é o manancial subterrâneo, que pode ser categorizado em: poços, nascentes e galerias de infiltração (Silva *et al*., 2011).

Qualidade da Água

A água é considerada de qualidade quando são alcançados os parâmetros de potabilidade determinados por lei, que definem as concentrações máximas permitidas para determinadas substâncias, entretanto, a destinação desse recurso está correlacionada à definição de qualidade da água, de forma que uma água vista como propicia para uso industrial, navegação ou geração hidrelétrica não obrigatoriamente implica na qualidade estabelecida para o

abastecimento humano, sistemas de irrigação ou a preservação da vida aquática (Bortoli, 2016).

Em âmbito nacional, as legislações vigentes que estabelecem a potabilidade da água para consumo humano e de águas subterrâneas são, respectivamente, a Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde (Brasil, 2011) e a Resolução nº 396, de 3 de abril de 2008, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (Brasil, 2008). Anteriormente, quando não havia normativas para esta finalidade, a avaliação da água considerava meramente as características físicas (cor, temperatura, sabor e odor), entretanto, a partir de estudos, os parâmetros de avaliação foram incrementados, incluindo substâncias químicas e microbiológicas presentes (Bortoli, 2016), que são características imprescindíveis para garantir a qualidade na produção de vegetais no setor agrícola, assim como para a saúde humana (Célico, 2015).

Indicadores de qualidade da água

Não é fácil realizar identificação pois presença de organismos patogênicos em uma amostra de água por meio de análises laboratoriais, por estarem presentes em baixas concentrações. Além disso, algumas análises laboratoriais para a detecção destes organismos são elaboradas e caras. Essa complexibilidade é superada ao se utilizar microrganismos indicadores de contaminação fecal (Jay, 2005).

Ainda que os seres microscópicos indicadores de contaminação fecal não sejam necessariamente patogênicos, a quantificação dos mesmos possibilita uma avaliação admissível do nível de contaminação fecal na água e, consequentemente, de sua potencialidade de transmitir doenças ao ser humano (Franco; Landgraf, 2008).

Coliformes totais

Os coliformes totais correspondem a um conjunto amplo de bactérias que podem ser encontradas tanto em águas quanto em solos que não apresentam, necessariamente, contaminação por fezes humanas ou animais. Esse grupo

reúne microrganismos de origem fecal, conhecidos como termotolerantes, e também espécies de origem não fecal, classificadas como termossensíveis. Por essa razão, a simples detecção de coliformes totais não permite afirmar, com segurança, a presença de patógenos intestinais, nem estabelecer uma correlação direta com risco sanitário em ambientes aquáticos. Ainda assim, devido à facilidade metodológica de análise e ao extenso histórico de aplicação em estudos anteriores, a enumeração de coliformes totais continua sendo empregada, sobretudo na avaliação da eficiência de sistemas de tratamento de água (Jay, 2005).

Coliformes termotolerantes

Os coliformes termotolerantes, antigamente eram chamados de fecais, que são um grupo de bactérias encontradas principalmente no trato intestinal humano e de outros animais, de onde são eliminados para o meio ambiente por meio das fezes. No entanto, esse grupo de bactérias pode ocorrer, até mesmo em ambientes (água, solo, planta entre outros) não contaminados por material fecal, uma vez que a análise para coliformes termotolerantes não é capaz de suprimir parte dos coliformes não fecais. Com isso, apesar de ser mais preciso que a contagem de coliformes totais, coliformes termotolerantes não é um indicador sensível para uma avaliação criteriosa da exposição de ambientes aquáticos à poluição fecal. Entretanto, a presença de coliformes termotolerantes é um indicativo da existência de outras enterobactérias no ambiente, como de *Salmonella* ssp. e de *Shigella* ssp., além de *E. coli* patogênica (Franco; Landgraft, 2008).

Escherichia coli

A *E. coli* integra um gênero de enterobactéria pertencente ao grupo dos coliformes fecais-termotolerantes, cujo habitat específico é o intestino humano e de animais homeotérmicos (de sangue quente; mamíferos e aves), que podem provocar diarreias, usualmente transmitidas por via fecal-oral. São encontradas em esgotos domésticos, águas poluídas e mesmo em efluentes tratados e águas naturais com contaminação recente por seres humanos. Por ser garantia de

contaminação unicamente fecal e por sua detecção em laboratório ser bastante simples, com o uso de métodos baseados na combinação de substratos cromogênicos e fluorogênicos, a *E. coli* é amplamente adotada como parâmetro indicador de contaminação fecal (Tortora *et al*., 2012).

Irrigação no Cultivo de Hortaliças

A irrigação é uma prática que possibilita que regiões áridas e semiáridas se tornem habitáveis, contribuindo para a permanência de pessoas, configurando, então, um método efetivo para propiciar o avanço socioeconômico e também cultural de regiões desfavorecidas, definida principalmente pela escassez de água; com isso, pode ser adotada como uma tecnologia aliada ao processo de melhoria da produção agrícola e no desenvolvimento humano como um todo (Testezlaf, 2017).

A irrigação no cultivo de hortaliças orgânicas

O sistema de produção orgânica no Brasil é definido e regido pela Lei 10.831, aprovada em 23 de dezembro de 2003, cuja regulamentação ocorreu em 27 de dezembro de 2007 com a publicação do Decreto nº 6.323, além da Portaria nº 52, de 15 de março de 2021, alterada pela Portaria MAPA Nº 404, de 22 de fevereiro de 2022, que estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção e as listas de substâncias e práticas para o uso nos Sistemas Orgânicos de Produção.

A referida legislação determina que sejam utilizadas, na produção orgânica, técnicas que visem o aperfeiçoamento do uso da água e socioeconômicos presentes, com o objetivo, dentre outros aspectos, a sustentabilidade econômica e ecológica, tendo em perspectiva a proteção do meio ambiente. Além disso, esta lei estabelece critérios para que seja garantido o fornecimento de produtos saudáveis para a alimentação e a preservação dos ecossistemas. Esse modelo de agricultura desponta, então, como relevante em relação ao meio ambiente, e os benefícios logrados a partir da adoção dessas práticas de manejo serão indispensáveis para o aperfeiçoamento da produção

vegetal e, a longo prazo, para a conservação do solo (Biswas *et al*., 2014).

Microrganismos

Evans (2015) relatam que, a partir de um ponto de vista microbiológico, existem duas maneiras de contaminação das cisternas: i) pelo contato da água com o telhado; ii) através das atividades de insetos, pássaros e pequenos mamíferos; ou iii) por deposição atmosférica. Diversos autores têm dado ênfase ao primeiro modo, considerando a possível introdução de organismos patogênicos no sistema de armazenamento através da contaminação fecal da superfície de captação, onde ocorre a proliferação de insetos e a decomposição de organismos mortos ou de outros resíduos orgânicos, que também podem comprometer a qualidade do sistema de armazenamento.

A observação da qualidade da água proveniente das chuvas em virtude da possível contaminação microbiológica é realizada a partir da identificação de alguns microrganismos biológicos, considerados indicadores específicos, os quais indicam que a água pode estar contaminada por organismos patogênicos, que se caracterizam pela capacidade de provocar efeitos maléficos à saúde. É importante salientar, que os microrganismos indicadores mais utilizados são os coliformes totais e termotolerantes, os helmintos e os protozoários. Estes bioindicadores podem indicar a ocorrência de uma série de doenças de origem hídrica e de transmissão hídrica conhecidas como enfermidades relacionadas à água (Álvares, 2005).

Microrganismos indicadores de contaminação

Microrganismos indicadores são, segundo Franco e Landgraf (2008), grupos ou espécies de microrganismos que, quando ocupantes em um alimento, podem fornecer informações sobre a ocorrência de contaminação de origem fecal, sobre a provável presença de patógenos ou sobre a deterioração potencial do alimento, além evidenciarem condições sanitárias inadequadas durante o processamento, produção ou armazenamento.

Como exemplos de microrganismos utilizados como indicadores, destacam-se aqueles que podem ser agrupados em: i) Microrganismos que não

oferecem algum risco direto à saúde: tais como a contagem padrão de mesófilos, contagem de psicrotróficos e termófilos, contagem de bolores e leveduras; ii) Microrganismos que oferecem um risco baixo ou indireto à saúde: incluindo coliformes totais, coliformes termotolerantes, enterococos, enterobactérias totais, *Escherichia coli* e *Salmonella* (Jay, 2005).

Doenças transmissíveis

Quando a água está contaminada por dejetos fecais não tratados, ela é um dos meios mais eficazes de transmissão e de disseminação de diversas doenças aos seres humanos. Essas enfermidades podem ser causadas por cinco categorias principais de contaminantes biológicos, sendo elas: bactérias, fungos, helmintos, protozoários e vírus (Jay, 2005).

O risco de doenças veiculadas à água de irrigação é relativamente grande, especialmente em função da possibilidade de contaminação bacteriana de águas que comumente são captadas em poços, que não são bem vedados e próximos a fontes de contaminação, como exemplo de fossas e áreas de pastagem ocupadas por animais (Franco; Landgraft, 2008).

METODOLOGIA

Público-alvo

O projeto foi desenvolvido na região do Sertão Produtivo baiano, abrangendo as seguintes comunidades: Pirajá, localizada no município de Caetité, e Sítio Gameleira, Comunidade Junco, Comunidade Pai Mané e Comunidade Salvador, pertencentes ao município de Candiba, Bahia. Essas localidades são caracterizadas por longos períodos de estiagem e recorrentes dificuldades no acesso à água de qualidade e em quantidade suficiente para a irrigação de hortaliças. O público-alvo foi composto por famílias residentes nessas comunidades e que utilizam sistemas de irrigação com água proveniente de poços artesianos.

Coleta das amostras

As coletas foram realizadas em poços tubulares pertencentes às referidas comunidades rurais dos municípios de Caetité e Candiba. Foram coletadas, em duplicata, amostras de diferentes propriedades rurais, totalizando seis pontos amostrais.

A assepsia dos locais de coleta foi realizada com algodão embebido em solução de hipoclorito a 2,5%, tanto na parte externa quanto interna da saída da água. As amostras foram coletadas dos reservatórios, após três minutos de escoamento da água, utilizando recipientes de vidro esterilizados, com potêncial para 250 mL. Cada frasco foi devidamente identificado com etiquetas contendo número da amostra, nome do proprietário, data, hora da coleta e local, sendo, posteriormente, codificadas como A1, A2, A3, A4, A5 e A6. O transporte das amostras até o laboratório foi feito em caixas isotérmicas, com gelo reciclável, garantindo a conservação adequada até a análise.

Preparo das amostras

Antes da análise, todos os utensílios e vidrarias foram esterilizados em autoclave a 120°C por 15 minutos, e as bancadas limpas e desinfetadas com álcool 70%.

Foram retirados 10 mL das amostras, transferidos para *erlenmeyers* contendo 90 mL de água peptonada estéril, para obtenção da primeira diluição decimal. A partir desta, foram realizadas diluições seriadas, até 10^{-5}, utilizando tubos de ensaio esterilizados e homogeneização em agitador do tipo vortex.

Análises microbiológicas

As análises realizadas abrangeram a avaliação do Número Mais Provável (NMP) para coliformes totais e coliformes termotolerantes, bem como a presença/ausência de *Escherichia coli* nas amostras de água.

Enumeração de coliformes totais e termotolerantes

A enumeração foi realizada por meio da técnica do Número Mais Provável (NMP), conforme metodologia clássica. No teste presuntivo, foram transferidos 1 mL de cada diluição em tubos contendo 10 mL do meio Lauril Sulfato Triptose (LST), com tubos de Durham invertidos. A incubação foi realizada a 35°C, por

24 a 48 horas. A formação de gás e a turvação indicaram resultado positivo, levando à etapa seguinte.

No teste confirmativo de coliformes totais, uma alçada das culturas positivas foi transferida para tubos contendo o meio caldo Verde Brilhante Bile (VBB), incubados a 35°C, por 24 a 48 horas. Os tubos que apresentaram turvação e gás confirmaram a presença de coliformes totais.

Para a confirmação de coliformes termotolerantes, alçadas dos tubos LST positivos foram inoculadas em caldo EC e incubadas a 44,5°C, por 24 horas. A presença de turvação e gás indicou positividade, sendo o NMP/mL calculado com base na Tabela de Hoskins para três tubos.

Detecção de Escherichia coli

Para a detecção de *Escherichia coli*, 0,1 mL de cada diluição (até 10^{-5}) foi inoculado em placas contendo Ágar Harlequin Tryptone Bile Glucuronide. As placas foram incubadas invertidas em estufa tipo B.O.D., na temperatura de 35°C, durante 24 horas. A presença de colônias características indicou resultado positivo, sendo os dados expressos em termos de presença ou ausência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a obtenção dos resultados microbiológicos, foram adotadas as etapas clássicas do método do Número Mais Provável (NMP), com base na avaliação sequencial da presença de coliformes totais e termotolerantes. Inicialmente, as amostras foram inoculadas em meio Lauril Sulfato Triptose (LST) e incubadas para observação da turvação e produção de gás, indicativos da etapa presuntiva (Figura 1).

A Figura 1, apresenta tubos de ensaio contendo o meio de cultivo LST, utilizado na etapa presuntiva do método do Número Mais Provável (NMP) para detecção de coliformes totais, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). À direita, observam-se tubos com aspecto límpido, sem alteração de cor ou formação de gás, indicando resultado negativo para coliformes. À esquerda, os tubos exibem turvação do meio e a formação de gás no tubo de

Durham, resultando positivo, com crescimento bacteriano e atividade fermentativa.

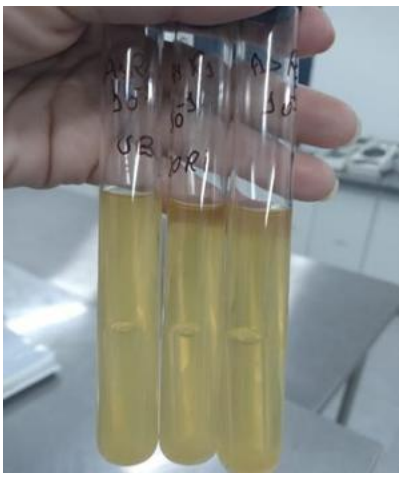
Figura 1. Resultado da etapa Presuntiva para detecção de Coliformes Totais em amostras de água utilizando meio LST (Lauril Sulfato Triptose). IF Baiano, 2025.



Fonte: Autores, 2025.

As amostras que apresentaram positividade foram, então, submetidas à etapa confirmatória em caldo Verde Brilhante Bile (VBB) para coliformes totais (Figura 2) e caldo E.C. para *Escherichia coli*, sob condições de temperatura específicas (Figura 3).

Figura 2. Amostras Submetidas a Etapa Confirmatória em Caldo Verde Brilhante. IF Baiano, 2025.

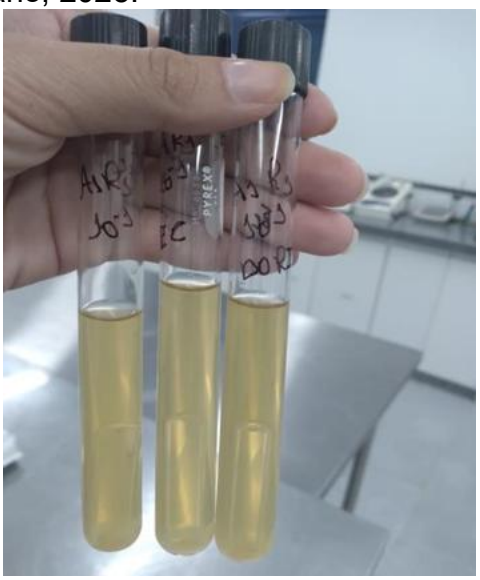


Fonte: Autores, 2025.

A presença de turbidez e gás nos tubos confirmam que a amostra analisada é positiva para coliformes totais, validando o resultado obtido na etapa

presuntiva com o meio Lauril Sulfato Triptose (LST). Essa confirmação é essencial para classificar a água quanto à sua conformidade com os padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação (como a Resolução CONAMA nº 357/2005), especialmente em se tratando de água para irrigação de alimentos consumidos crus.

Figura 3. Avaliação da Turbidez em Meio de Cultura e Indicando Contaminação Por Coliformes. IF Baiano, 2025.



Fonte: Autores, 2025.

A imagem acima apresenta três tubos de ensaio contendo meio de cultura EC (*E. coli*). Observam-se que os três tubos apresentam turbidez, indicando crescimento microbiano. Essa turbidez é um indicativo positivo para a presença de coliformes termotolerantes (como a *Escherichia coli*), uma vez que o meio EC é seletivo para esse grupo de bactérias, geralmente incubado a 44,5 °C.

Os valores de NMP foram determinados com base na combinação dos resultados das três diluições analisadas (10^{-1}, 10^{-2} e 10^{-3}), conforme preconizado em protocolos laboratoriais consolidados. Esse fluxo de análise permitiu identificar, de forma confiável, as amostras com contaminação microbiológica, assegurando a precisão dos dados obtidos e sua aplicabilidade na avaliação da qualidade da água utilizada nos sistemas produtivos orgânicos investigados.

A análise microbiológica das amostras de água coletadas em agroecossistemas de base familiar no semiárido baiano possibilitou a avaliação da conformidade da água utilizada na irrigação e lavagem de hortaliças orgânicas quanto à presença de coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*. As amostras foram coletadas em um ponto por propriedade, com dois interstícios (A1R1 e A1R2) por local, seguindo os protocolos estabelecidos por Silva e colaboradores (2007) e pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), como mostra na tabela 1.

Tabela 1. Avaliação Microbiológica da Água Utilizada na Irrigação em Agroecossistemas Familiares no Semiárido Baiano, Considerando Coliformes Termotolerantes e *Escherichia Coli* (Nmp/100 Ml). IF Baiano, 2025.

Amostras	Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	*Escherichia Coli* (NMP/100 mL)
A1 R1	< 3,0	< 3,0
A1 R2	< 3,0	< 3,0
A2 R1	<3,0	< 3,0
A2 R2	< 3,0	< 3,0
A3 R1	< 3,0	< 3,0
A3 R2	< 3,0	< 3,0
A4 R1	< 3,0	< 3,0
A4 R2	< 3,0	< 3,0
A5 R1	11, 6	< 3,0
A5 R2	7,2	3,6
A6 R1	< 3,0	< 3,0
A6 R2	< 3,0	< 3,0

Fonte: Autores, 2025.

As análises indicaram que nove das doze amostras analisadas apresentaram conformidade com os parâmetros microbiológicos legais, ou seja, as amostras apresentaram resultado negativo em todas as diluições analisadas (0-0-0), com NMP < 3,0 para coliformes totais e termotolerantes em ambas as amostras. Esse resultado indica conformidade com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, que recomenda, para águas de Classe I utilizadas na irrigação de hortaliças consumidas cruas, valores inferiores a 200 coliformes termotolerantes por 100 mL em pelo menos 80% das amostras.

De forma semelhante, estudo conduzido por Bezerra *et al*. (2021) em áreas de agricultura familiar no semiárido nordestino apontou que a maioria das amostras de água de poços e cisternas utilizadas na irrigação também se encontrava em conformidade com a legislação vigente, embora houvesse variações em períodos chuvosos.

Entretanto, em uma propriedade, observou-se resultado positivo para coliformes termotolerantes nas duas coletas. A amostra A1 apresentou combinação 5-1-1 com valor de NMP de 11 NMP/mL, enquanto a amostra A2 resultou em 3-0-1 com NMP de 7,2 NMP/mL. Embora os valores não ultrapassem os limites máximos estabelecidos pela legislação, a presença constante de coliformes termotolerantes em ambas as coletas sugere contaminação persistente e a necessidade de investigação quanto à origem da contaminação, que pode estar relacionada à ausência de proteção do ponto de captação, à proximidade de fontes de esgoto ou à limpeza inadequada dos reservatórios.

Estudos conduzidos por Dos Santos *et al*. (2015), em Varre-Sai (RJ), mostraram que nascentes sem proteção estrutural apresentaram contaminação persistente por coliformes termotolerantes, com valores de até 1600 NMP/100 mL, enquanto pontos protegidos alcançaram apenas 23 NMP/100 mL. Por outro lado, Rolim, Souza e Silva (2010), ao analisarem poços e nascentes na região de Botucatu (SP), detectaram coliformes termotolerantes em 82 % das fontes avaliadas, relacionando essa persistência à falta de tratamento, ausência de barreiras físicas e à percepção limitada dos proprietários sobre os riscos sanitários. Essas evidências reforçam que, mesmo quando os valores de NMP estão abaixo dos limites legais, a contaminação constante, como nos resultados de 11,6 e 7,2 NMP/mL apresentados acima, que sinaliza possíveis falhas na proteção dos pontos de captação e na higienização dos reservatórios.

CONCLUSÃO

Os resultados apontam que a água utilizada nos agroecossistemas familiares avaliados apresenta, em sua maioria, qualidade microbiológica compatível com os padrões exigidos para irrigação de alimentos consumidos crus, conforme a legislação vigente. A detecção de coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* em apenas uma propriedade, embora pontual, reforça a necessidade de atenção contínua ao manejo sanitário das fontes hídricas. A aplicação do método do Número Mais Provável, com uso dos meios LST e VBB, demonstrou-se eficaz para a identificação de contaminações, permitindo inferências seguras sobre a potabilidade e a segurança do uso agrícola da água. Diante disso, destaca-se a importância do monitoramento regular, como ferramenta essencial para a preservação da saúde pública, a manutenção da certificação orgânica e o fortalecimento de práticas sustentáveis na agricultura familiar.

REFERÊNCIAS

ÁLVARES, M. L. P. Qualidade Bacteriológica da Água Distribuída e Consumida antes e após o programa Bahia Azul: Fatores Determinantes na Cidade do Salvador. 2005. 168 f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2005.

ANDRADE, E. M. A irrigação e suas implicações sobre o capital natural em regiões áridas e semi-áridas: uma revisão. **Revista Ceres**, v. 56, p. 390-398, 2009. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/3052/305226808005.pdf. Acesso em:

BEZERRA, R. M. *et al.* Qualidade da água utilizada na agricultura familiar no semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, n. 2, p. 104– 110, 2021.

BISWAS, S.; ALI, N.; GOSWAMI, R.; CHAKRABORTY, S. Soil health sustainability and organic farming: A review. **Journal of Food Agriculture and Environment**, v. 12, n. 3-4, p. 237-243, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/267038963_Soil_health_sustainability_and_organic_farming_A_review. Acesso em: 25 jul. 2025.

BORTOLI, J. de. Qualidade físico-química e microbiológica da água utilizada para consumo humano e dessedentação animal em propriedades rurais produtoras de leite na região do Vale do Taquari/RS. 2016. 152 f. **Dissertação** (Mestrado em Ecologia) – Univates, Lajeado, 2016. Disponível em:

https://univates.br/bdu/bitstream/10737/1068/1/2016JaquelineDeBortoli.pdf. Acesso: 25 jul. 2025.

BRASIL. **CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE**. Resolução CONAMA Nº 396/2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas. DOU nº 66, de 07/04/2008, p. 66-68.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Portaria nº 52**, de 15 de março de 2021. Estabelece o regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/ptbr/assuntos/sustentabilidade/organicos/arquivosorganicos/PORTARIA_MAPA_N_52.2021_ALTERADA_PELA_PORTARIA_MAPA_N_404.pdf. Acesso: 25 jul. 2025.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria Nº 2914**, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. 32 p., 2011.

CAMARGO FILHO, W. P.; CAMARGO, F. P. Planejamento da produção sustentável de hortaliças folhosas: organização das informações decisórias ao cultivo. **Revista Informações Econômicas**, São Paulo, v. 38, n. 3, p. 27-36, 2008.

CARVALHO, P. G. B. *et al*. Hortaliças como alimentos funcionais. **Revista Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 4, p. 397-404, 2006.

CÉLICO, A. S**.** Influência da adubação orgânica na qualidade da água destinada à irrigação de hortaliças. 2015. 93 f. **Dissertação** (Mestrado em Microbiologia Agropecuária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal, 2015.

CENCI, S. A. Boas Práticas de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças na Agricultura Familiar. In: NASCIMENTO NETO, F. (Org.). **Recomendações básicas para a aplicação das boas práticas agropecuárias e de fabricação na agricultura familiar**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. Cap. 3, p. 65-80.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n.º 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**: seção 1, Brasília, DF, n. 53, p. 58–63, 18 mar. 2005. Alterada pelas Resoluções CONAMA n.º 410/2009 e n.º 430/2011.

DANTAS, I. L. A.; FACCIOLI, G. G.; MENDONÇA, L. C.; NUNES, T. P.; VIEGAS, P. R. A.; SANTANA, L. O. G. Viabilidade do uso de água residuária tratada na irrigação da cultura do rabanete (*Raphanus sativus* L.). **Revista Ambiente & Água**, v. 9, n. 1, 2014. DOI: http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1220.

DOS SANTOS, E. P. P.; VEIGA, W. A.; GONÇALVES, M. R. S.; THOMÉ, M. P. M. Coliformes totais e termotolerantes em água de nascentes utilizadas para o consumo humano na zona rural do município de Varre-Sai, RJ. **Scientia Plena**, v. 11, n. 5, 2015. Disponível em: https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/2244. Acesso em: 25 jul. 2025.

EVANS, J. M. **Ciclo da água**. Imagem ilustrativa, 2015. Disponível em: http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycleportuguesehi.html. Acesso em: 25 jul. 2025.

FALLOON, P.; BETTS, R. Climate impacts on European agriculture and water management in the context of adaptation and mitigation-The importance of an integrated approach. **Science of the Total Environment**, v. 408, n. 23, p. 5667-5687, 2010. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.05.002.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008. 182 p.

FRANCO, R.A.M.; VANZELA, L.S.; HERNANDEZ, F.B.T. Avaliação biológica da qualidade da água para irrigação do córrego Três Barras, Marinópolis, SP. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 16., 2006, Goiânia. **Anais**...Brasília: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, 2006.

FUNASA, FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Capacitação em controle da qualidade da água para os técnicos dos municípios**: modelo metodológico. Brasília: Funasa, 2014.

HEATON, J. C.; JONES, K. Microbial contamination of fruit and vegetables and the behaviour of enteropathogens in the phyllosphere: a review. **Journal of Applied Microbiology**, Bedford-UK, v.104, p. 613–626, 2008. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2007.03587.x

IAL, Instituto Adolfo Lutz. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz.** Métodos físicoquímicos para análises de alimentos. 4ª ed., São Paulo: IAL. 2008.

JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**. 6. ed., 2005. 804 p.

MORETTI, C. L. Boas práticas agrícolas para a produção de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 21, n. 2, 2003.

OLIVEIRA, A. F. M.; FERNANDES, F. G. B. C.; BATISTA, R. O.; SOUZA, L.; GURGEL, M. T. Teores de metais pesados em cambissolo irrigado com água residuária doméstica e água de poço. **Revista Ambiente & Água**, v. 9, n. 2, 2014. DOI: http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1309.

ROLIM, R. G.; SOUZA, L. C.; SILVA, R. C. Water quality of springs and wells in properties located in rural and peri-urban areas from Botucatu region, SP, Brazil. **Revista Veterinária e Zootecnia**, v. 17, n. 2, p. 275–287, 2010. URI: http://hdl.handle.net/11449/140877.

SILVA, Á. F. S. et al. Análise bacteriológica das águas de irrigação de horticulturas. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, n. 2, p. 428–438, abr. 2016. DOI: https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1798.

SILVA, E. M. N. C. P.; FERREIRA, R. L. F.; ARAÚJO-NETO, S. E.; TAVELLA, L. B.; SOLINO, A. J. S. Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 242-245, 2011. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362011000200019.

SILVA, N. *et al.* **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos**. 3. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2007.

TESTEZLAF, R. **Irrigação: Métodos, Sistemas e Aplicações**. Ed. revisada. Não publicada. Campinas, SP: Faculdade de Engenharia Agrícola/UNICAMP, 2017. 204 p.

TORTORA, G. J. *et al*. **Microbiologia**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012. 964 p.