OPEN JOURNAL SYSTEMS
ISSN: 2675-3065

Meio **A**mbiente (Brasil), v.8, n.2. 111-125 (2026)

Meio Ambiente (Brasil)

Silva et al

Uma análise crítica e temporal do sistema de abastecimento de água do munícipio de Baixio (Ceará)

Cinthya Santos da Silva[1]*, Bruno de Medeiros Souza[2], Daniel Albano Lopes Araújo[3], Zuleudo de Araújo Sales[4], Katharine Taveira de Brito Medeiros[5], Joseneto de Souza[6]

[1]*Doutora em Engenharia Civil e Ambiental, Instituto Federal da Paraíba – campus Cajazeiras, Brasil. (*Autor correspondente*:* cinthya.santos@ifpb.edu.br)
[2]*Doutor em Engenharia Ambiental, Instituto Federal da Paraíba – campus Cajazeiras, Brasil.*
[3]*Bacharel em Engenharia Civil, Instituto Federal da Paraíba – campus Cajazeiras, Brasil.*
[4]*Bacharel em Engenharia Civil, Instituto Federal da Paraíba – campus Cajazeiras, Brasil.*
[5]*Mestre em Sistemas Agroindustriais, Instituto Federal da Paraíba – campus Cajazeiras, Brasil.*
[6]*Doutor em Ciência e Engenharia de Materiais, Instituto Federal da Paraíba – campus Cajazeiras, Brasil.*

Histórico do Artigo: Submetido em: 31/03/2026 – Revisado em: 12/04/2026 – Aceito em: 30/05/2026

R E S U M O

Este trabalho tem como objetivo avaliar o sistema de abastecimento de água do município de Baixio, no estado do Ceará. Foram analisados indicadores de desempenho relacionados à cobertura, ao consumo per capita, à micromedição e à eficiência operacional, no período de 2013 a 2022, além de parâmetros físico-químicos e microbiológicos de amostras de água, comparando-os com os valores da Portaria GM/MS nº 888/2021. Os resultados indicaram avanços na ampliação do atendimento e na universalização da micromedição, bem como estabilidade do consumo médio dentro dos padrões recomendados. Embora os parâmetros físico-químicos tenham apresentado valores majoritariamente dentro dos limites legais, as análises microbiológicas revelaram inconformidades em todas as amostras, com detecção de coliformes totais e presença de E. coli em algumas localidades. Conclui-se que ainda existem desafios quanto à cobertura em áreas rurais e à necessidade de investimentos em infraestrutura para atingir a universalização prevista pelo Novo Marco Legal do Saneamento. Além disso, a qualidade microbiológica permanece como o principal fator limitante da potabilidade, reforçando a importância do monitoramento contínuo, do controle operacional e da manutenção adequada dos sistemas.

Palavras-Chaves: Saneamento básico, Abastecimento de água, Indicadores de desempenho, Parâmetros físico-químicos, Coliformes.

A critical and temporal analysis of the water supply system of the municipality of Baixio (Ceará – Brazil)

A B S T R A C T

This study aims to evaluate the water supply system of the municipality of Baixio, in the state of Ceará. Performance indicators related to coverage, per capita consumption, metering, and operational efficiency were analyzed for the period from 2013 to 2022, as well as physicochemical and microbiological parameters of water samples, which were compared with the standards established by Ordinance GM/MS No. 888/2021. The results indicated advances in service expansion and in the universalization of metering, as well as stability of average consumption within recommended standards. Although physicochemical parameters presented values mostly within legal limits, microbiological analyses revealed nonconformities in all samples, with detection of total coliforms and the presence of *E. coli* in some localities. It is concluded that challenges remain regarding coverage in rural areas and the need for investments in infrastructure to achieve the universalization proposed by the New Legal Framework for Sanitation. In addition, microbiological quality remains the main limiting factor for potability, reinforcing the importance of continuous monitoring, operational control, and adequate maintenance of water supply systems.

Keywords: Basic sanitation, Water supply, Performance indicators, Physicochemical parameters, Coliforms.

Silva, C., Souza, B., Araújo, D., Sales, Z., Medeiros, K., Souza, J. (2026). Uma análise crítica e temporal do sistema de abastecimento de água do munícipio de Baixio (Ceará) . **Meio Ambiente (Brasil)**, v.8, n.2, p.111-125.

Direitos do Autor. A Meio Ambiente (Brasil) utiliza a licença *Creative Commons* - CC BY 4.0.

1. Introdução

A água desempenha um papel vital na manutenção da vida, estando presente em inúmeros processos do corpo humano e da natureza. Seu uso se estende à produção de alimentos, ao consumo humano, às atividades industriais e aos cuidados com a saúde. Segundo a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, a água é considerada um bem de domínio público, um recurso natural limitado e dotado de valor econômico, sendo que, em situações de escassez, deve-se priorizar o consumo humano e a dessedentação de animais (Brasil, 1997).

No Brasil, ao longo dos últimos anos, foram registrados avanços significativos nos sistemas de água e esgoto. Dados do Sistema Nacional de Informações em Saneamento (2023) revelam que o abastecimento de água alcançou 83,1 % da população (167,6 milhões de pessoas), sendo 93,4 % na zona urbana e apenas 24 % na zona rural. Já a coleta de esgoto atende 59,7 % dos brasileiros, com 78,6 % do volume coletado efetivamente tratado. Segundo estudo do Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas (FGV IBRE), "os investimentos em saneamento (água e esgoto) saíram de R$ 19,8 bilhões em 2019 para cerca de R$ 25 bilhões em 2023" (Miterhof; Pimentel, 2025, p. 2), o que demonstra crescimento no setor.

Apesar dos avanços, os sistemas de abastecimento de água e coleta de esgoto no Brasil ainda apresentam desafios significativos. Milhões de brasileiros ainda não têm acesso regular à água potável e ao esgotamento sanitário adequados. Ainda segundo os indicadores do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SINISA) (Brasil, 2022), cerca de 17% da população não conta com abastecimento de água tratada, enquanto cerca de 40% dos domicílios do país não possuem acesso à coleta de esgoto.

Ainda de acordo com o censo demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), aproximadamente 25,6 milhões de brasileiros vivem em áreas rurais, o que corresponde a 12,6% da população nacional (IBGE, 2022). Nesse cenário, as limitações no acesso à água potável revelam a necessidade de políticas públicas específicas voltadas à promoção da saúde e da qualidade de vida dessas comunidades. Em resposta a essas demandas, a Lei nº 14.026, que atualiza o marco legal do saneamento básico no Brasil, estabelece diretrizes destinadas ao abastecimento de água em áreas rurais, com o objetivo de assegurar a universalização desse serviço essencial e reduzir as desigualdades no acesso aos recursos hídricos (Brasil, 2020).

No semiárido nordestino, a escassez de água é intensificada por longos períodos de estiagem e pela irregularidade das chuvas. No Ceará, muitas comunidades rurais dependem de fontes alternativas, como cisternas e poços, geralmente sem tratamento adequado. Em 2022, mais da metade dos domicílios da zona rural cearense (50,9%) não tinha acesso à rede geral de abastecimento de água (IBGE, 2022), o que evidencia a vulnerabilidade dessas populações e a urgência de ações voltadas à garantia do acesso à água potável.

Segundo Guedes (et. al, 2023), o uso sistemático de indicadores de saneamento permite avaliar o grau de cobertura e eficiência dos serviços, comparando-o com metas nacionais. Assim, tem-se que a importância desses indicadores está na possibilidade de avaliar o desempenho dos serviços, identificar desigualdades regionais, orientar políticas públicas e subsidiar a tomada de decisão por parte do governo, empresas e sociedade civil. Além disso, representam um índice quantitativa para análise correlacional com parâmetros como incidência de doenças e melhora na qualidade de vida de uma população (Bastos e Alves, 2025).

Uma análise do estado do Ceará, o terceiro maior da região Nordeste, mostra que menos de 80% dos domicílios tem acesso a ligação de água potável, sendo de apenas 47,6% o percentual de domicílios atendidos pela rede de abastecimento na zona rural (Brasil, 2024). Nesse contexto, este trabalho analisa o Município de Baixio, onde o modelo, apesar de representar um avanço, ainda enfrenta desafios quanto à qualidade da água, especialmente em áreas mais distantes ou com infraestrutura limitada.

Ao analisar o cenário da cidade de Baixio/CE, no que concerne ao saneamento básico, constata-se uma situação precária em relação ao abastecimento de água e, especialmente, ao esgotamento sanitário. Segundo o Instituto de água e saneamento (IAS, 2025), apenas 69,65% da população é atendida pela rede pública de

abastecimento. Apesar de 74,31% da população receber água por rede geral, há grande dependência de fontes alternativas como poços profundos (14,14%) e rasos (7,45%), o que reflete vulnerabilidade em períodos de estiagem. Quanto ao esgoto, embora o censo 2022 indique que apenas 12,1% da população utiliza rede geral ou fossa ligada, a maioria recorre a fossas rudimentares (57,8%) ou técnicas inadequadas, como fossas sépticas e soluções alternativas (14,1%), o que implica riscos à saúde pública e ao meio ambiente.

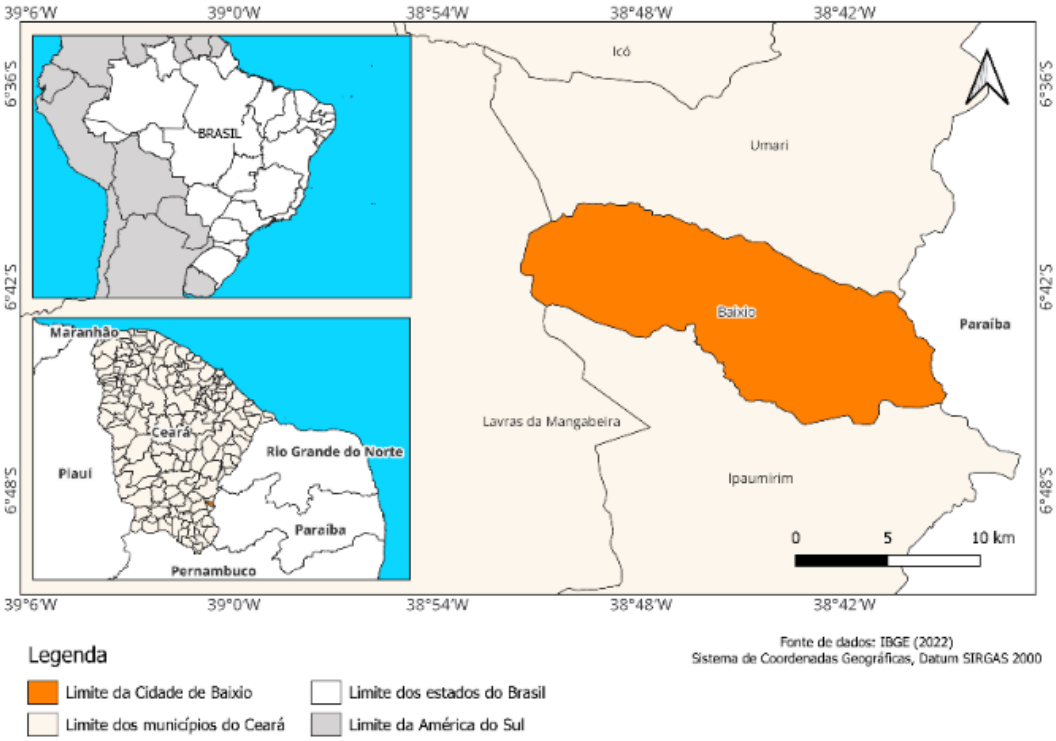
Considerando a relevância e a delicadeza que o tema envolve, esta pesquisa justifica-se pela importância da qualidade da água para a saúde pública, especialmente em comunidades rurais com diferentes formas de acesso ao abastecimento. Dessa forma, o presente estudo visa contribuir para o aprimoramento das políticas públicas de saneamento e na cidade de Baixio/CE, servindo como ferramenta para a promoção da saúde da população local.

2. Material e Métodos

2.1 Caracterização da área de estudo

O Município de Baixio está localizado no sertão do Ceará, possui uma extensão territorial de 145,556 km² e uma população de 5.704 habitantes, conforme dados do último censo, realizado em 2022. Possui um clima tropical quente semiárido e seu relevo é composto predominantemente de depressões, característica essa que originou seu nome. Ela faz fronteira com os municípios de Ipaumirim, Umari e Lavras da Mangabeira, assim como com o estado da Paraíba. A Figura 1 representa a exata localização geográfica do município.

Figura 1 - Mapa de localização do Município de Baixio-CE.
Figure 1 - Location map of the Municipality of Baixio, CE.



Fonte: Adaptado de IBGE (2022).
Source: Adapted from IBGE (2022).

O Município de Baixio faz parte da bacia hidrográfica do rio Salgado. Por ser localizado no extremo interior, e ser historicamente pequeno tanto em território como em demografia, possui formas bem descentralizadas de abastecimento de recursos hídricos, além de não possuir a presença de um sistema de tratamento de efluentes bem estruturado e que atenda toda a população. Segundo dados do SINISA (Brasil, 2022), o Município de Baixio apresenta taxa de abastecimento de água próxima a 70% e índice de coleta e tratamento de esgoto praticamente nulo.

2.2 Etapas metodológicas

A coleta de dados foi realizada em um primeiro momento de forma documental, com a utilização de informações secundárias provenientes de bases de dados públicas e oficiais. Os dados foram obtidos a partir do Sistema Nacional de Informações em Saneamento (SINISA). Essa fonte é amplamente reconhecida por fornecer dados atualizados e confiáveis sobre a situação do saneamento básico no Brasil.

Foram selecionados indicadores específicos para avaliar a situação do sistema de abastecimento de água, conforme tabela 1. A escolha desses parâmetros foi baseada em suas relevâncias e na disponibilidade de dados para os locais estudados.

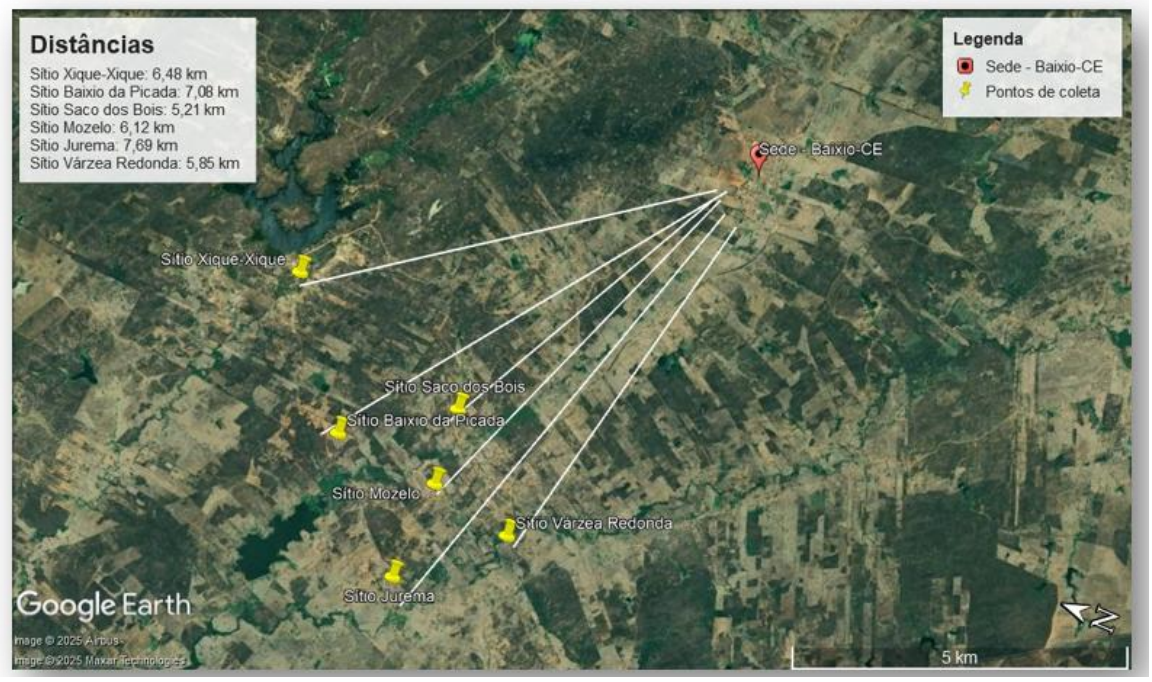
Tabela 1 – Indicadores consolidados relacionados ao abastecimento de água.
Table 1 - Consolidated indicators related to water supply.

CÓDIGO	ITEM	UNIDADE
AG001	População total atendida com abastecimento de água	Habitantes
AG003	Quantidade de economias ativas de água	Economias
AG013	Quantidade de economias residenciais ativas de água	Economias
AG022	Quantidade de economias residenciais ativas de águas micromedidas	Economias
AG026	População urbana atendida com abastecimento de água	Habitantes
IN022-AE	Consumo médio per capita de água	l/hab.dia
IN023-AE	Índice de atendimento urbano de água	%
IN055-AE	Índice de atendimento total de água	%

Fonte: SINISA (2025).
Source: SINISA (2025).

Em um segundo momento foram coletadas amostras de água utilizada para consumo humano em 11 comunidades rurais de Baixio/CE: Ameixa, Baixio da Picada, Baixio do Canto, Baixio Grande, Campos, Jurema, Mozelo, Saco dos Bois, Timbaúba, Varzéa Redonda, Xique-Xique, e a sede municipal, representadas na Figura 2.

Figura 2 – Localização das comunidades rurais.
Figure 2 - Location of rural communities.



Fonte: Adaptado de Google Earth (2025).
Source: Adapted from Google Earth (2025).

As coletas de água foram realizadas diretamente na rede de distribuição através do hidrômetro e em torneiras internas às residências. Os parâmetros analisados estão listados na tabela 2.

Tabela 2 – Parâmetros físico-químicos e microbiológicos estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888.
Table 2 - Physicochemical and microbiological parameters established by Ordinance GM/MS No. 888.

Parâmetro	Tipo	Limite permitido	Significado técnico
pH	Físico-químico	6,0 – 9,5	Indica acidez ou alcalinidade; interfere na corrosividade e na eficiência da desinfecção.
Turbidez	Físico-químico	≤ 5,0 NTU	Mede a presença de partículas em suspensão; turbidez elevada reduz a ação do cloro.
Cor aparente	Físico-químico	≤ 15 UH (Unidades Hazen)	Indica presença de matéria orgânica, metais ou compostos em solução; interfere na aceitação estética e pode sinalizar contaminação.
Cloro residual livre	Físico-químico	0,2 – 2,0 mg/L	Garante a desinfecção contínua na rede de distribuição; valores baixos indicam perda de eficiência.
Coliformes totais	Microbiológico	Ausência em 100 mL	Indicadores de contaminação ambiental; devem ser monitorados rotineiramente.
Escherichia coli	Microbiológico	Ausência em 100 mL	Indicador de contaminação

	fecal recente e risco sanitário direto.

Fonte: Adaptado de Portaria GM/MS nº 888 (2021).
Source: Adapted from Ordinance GM/MS No. 888 (2021).

As amostras foram coletadas em garrafas higienizadas de 500 mL, devidamente identificadas e acondicionadas em caixas térmicas e transportadas para o laboratório, conforme as exigências da Portaria GM/MS nº 888. Em cada comunidade foi coletada uma amostra, com exceção da comunidade Jurema na qual foram adicionadas mais duas amostras devido a existência de um posto de saúde e uma escola, ou seja, lugares de consumo coletivo e importantes para a caracterização realizada por esse trabalho. Durante o trabalho de campo, foram também observadas condições estruturais dos reservatórios, limpeza dos pontos de coleta e práticas de armazenamento domiciliar.

As análises foram realizadas no Laboratório do Centro Universitário Santa Maria (UNIFSM), no Município de Cajazeiras-PB. As análises físico-químicas foram executadas em bancada, utilizando equipamentos portáteis com leitura imediata, contemplando os parâmetros pH, cor aparente, turbidez e cloro residual livre. Para as análises microbiológicas foi empregado o método *Compact Dry EC*, aprovado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), para detecção de coliformes totais e *Escherichia coli.* Nesse método, as amostras foram incubadas a 35 ± 2 °C por 24 horas e os resultados foram interpretados conforme as instruções do fabricante, considerando a presença ou ausência dos microrganismos nas amostras analisadas.

3. Resultados e Discussão

Em visitas de campo foi evidenciada a descentralização dos sistemas de captação e distribuição de água entre a sede municipal e as comunidades rurais, resultando em um modelo fragmentado, cujo abastecimento é realizado por mananciais diversos, tais como poços artesianos, poços profundos, açudes e cisternas, que constituem as principais alternativas de captação de água nas comunidades rurais. Essa estrutura descentralizada, embora essencial para garantir o suprimento em regiões de difícil acesso, apresenta limitações quanto ao controle de qualidade da água e à regularidade do fornecimento, especialmente em períodos de estiagem prolongada.

No que se refere ao tratamento da água, observa-se que o município de Baixio adota predominantemente a cloração simples como método de desinfecção. Esse processo é aplicado em grande parte das localidades, com o objetivo de minimizar os riscos microbiológicos e garantir um mínimo padrão de potabilidade. No entanto, uma das comunidades rurais conta com uma Estação de Tratamento de Água (ETA), exposta na Figura 2, responsável por tratar a água do maior manancial do município, um açude (exposto na Figura 3), responsável pelo abastecimento da sede da cidade e de alguns municípios vizinhos, o que demonstra a restrição de infraestrutura tecnológica e a necessidade de investimentos mais robustos em tratamento e monitoramento da qualidade da água distribuída.

Figura 2 – ETA da comunidade rural Xique Xique no município de Baixio-CE.
Figure 2 - WTP of the rural community of Xique-Xique in the municipality of Baixio, CE.

Fonte: Autores (2025).
Source: Authors (2025).

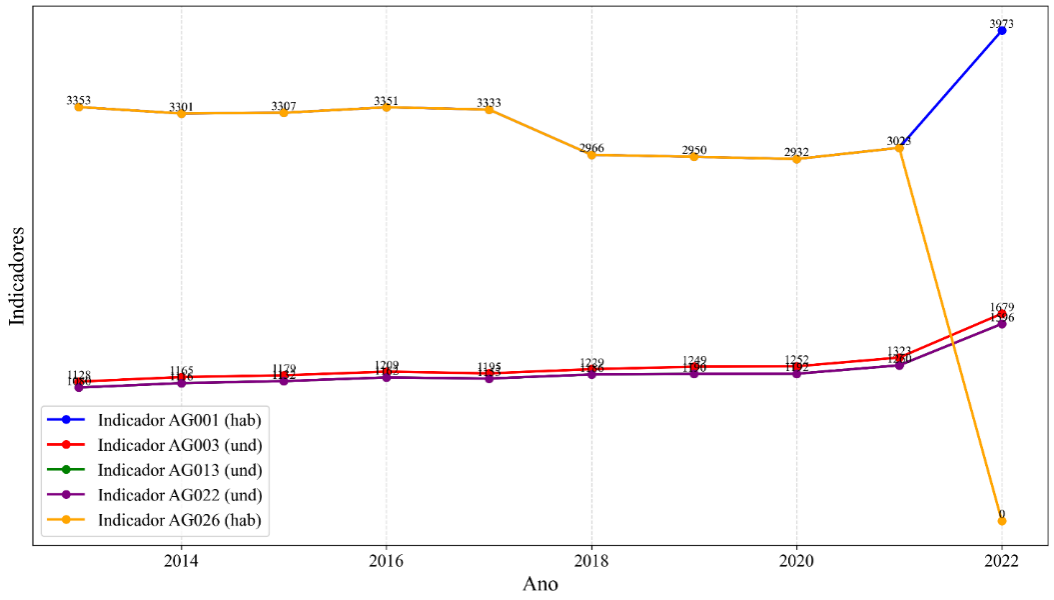
Figura 3 – Açude da comunidade rural Xique Xique no município de Baixio-CE.
Figure 3 - Reservoir of the rural community of Xique-Xique in the municipality of Baixio, CE.

Fonte: Autores (2025).
Source: Authors (2025).

A dependência de mananciais subterrâneos e o predomínio de soluções individuais, embora representem alternativas viáveis diante das condições climáticas e geográficas locais, indicam um cenário de vulnerabilidade hídrica e institucional, exigindo políticas públicas voltadas ao aprimoramento do sistema de abastecimento. A evolução dos indicadores AG001, AG003, AG013, AG022 e AG026 é representada na

Figura 4.

Figura 4 – Indicadores SINISA.
Figure 4 - SINISA indicators.



Fonte: Autores (2025).
Source: Authors (2025).

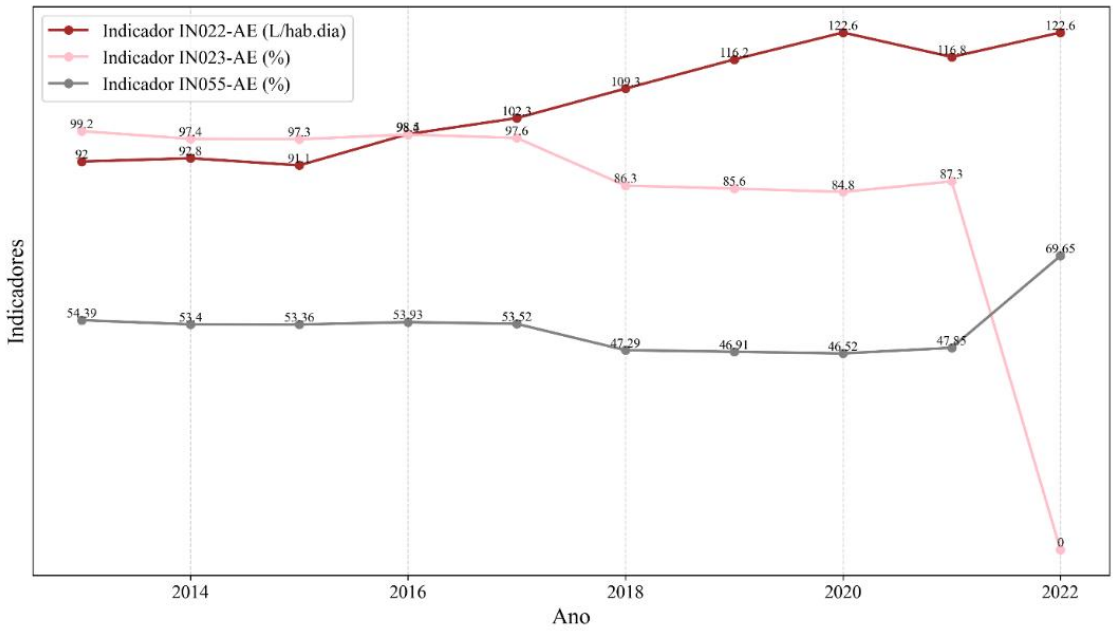
. Onde pode se verificar, através do indicador AG001, que Baixio apresentou crescimento contínuo no atendimento da sua população atendida por rede de abastecimento de água, passando de aproximadamente 3.350 habitantes atendidos no ano de 2013 para 3.973 no ano de 2022. Esse aumento representa um avanço de cerca de 18,5% no período, indicando melhoria gradual na cobertura do serviço.

Com relação ao número de economias ativas de água (indicador AG003), a cidade mostra trajetória ascendente, partindo de 1.080 unidades em 2013 e alcançando 1.596 unidades em 2022, um crescimento de aproximadamente 47% no período.

Foi verificado ainda que o total de economias micromedidas (indicador AG022) corresponde exatamente ao número de residências ativas (indicador AG013), indicando que 100% das ligações residenciais possuem hidrômetro, o que é um ponto positivo para o controle de perdas e o faturamento justo do serviço. A população urbana atendida por rede de abastecimento de água apresentou anos de aumento e de redução, com ausência de dados para o ano de 2022, indicando possível falha no registro dos dados.

A Figura 5 apresenta a evolução dos indicadores IN022-AE, IN023-AE e IN055-AE, e pode ser observado que a cidade apresentou um aumento no seu consumo médio de água de 92 L/hab.dia em 2013 para 122,6 L/hab.dia em 2022. O seu índice de atendimento urbano de água (IN023-AE), foi reduzido consideravelmente a partir do ano de 2017. Quanto a esse índice, não há dados registrados para o ano de 2022 na plataforma.

Figura 5 – Indicadores SINISA.
Figure 5 - SINISA indicators.



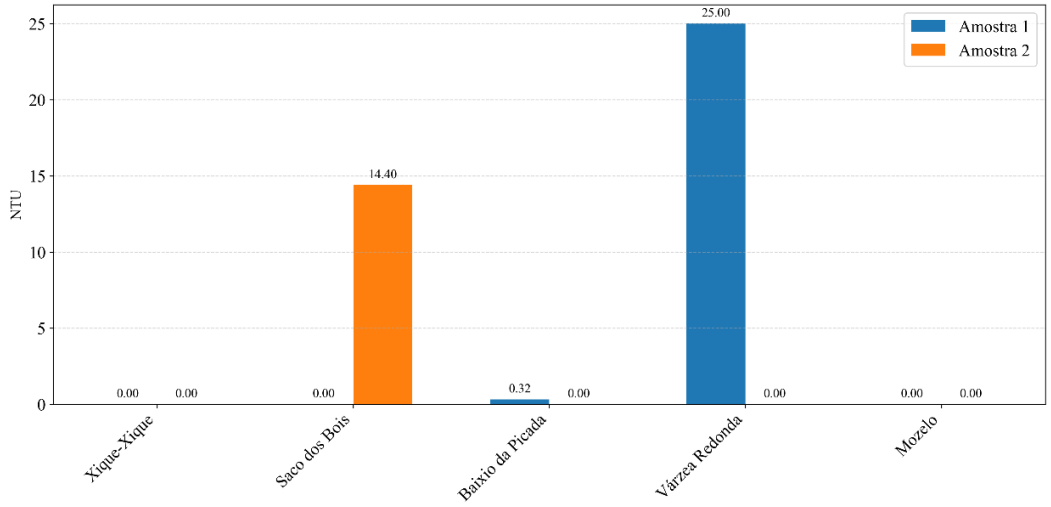
Fonte: Autor (2025).
Source: Authors (2025).

O atendimento total de água, representado pelo indicador IN055-AE apresentou seu maior valor no ano de 2022. A parcela de mais de 30% da população não abastecida por rede tem seu consumo suprido por fontes alternativas, como poços rasos, água de chuva, cacimbões e carros-pipa, muitas vezes sem qualquer tipo de tratamento e controle ou monitoramento da potabilidade da água.

A análise de amostras de água em pontos estratégicos da cidade, como hospital e escola, além de água fornecida pelo sistema de abastecimento público em diferentes comunidades rurais permitiu a visualização mais precisa do funcionamento do sistema. Os valores dos parâmetros pH, turbidez, cor e cloro residual livre podem sem visualizados nos gráficos das figuras 6 a 9.

Em todas as localidades, os valores de turbidez (Figura 6) permaneceram abaixo do limite máximo permitido de 5,0 NTU, conforme a Portaria GM/MS nº 888, exceto em Várzea Redonda e Saco dos Bois, que apresentaram turbidez de 25 NTU e 14,4 NTU respectivamente.

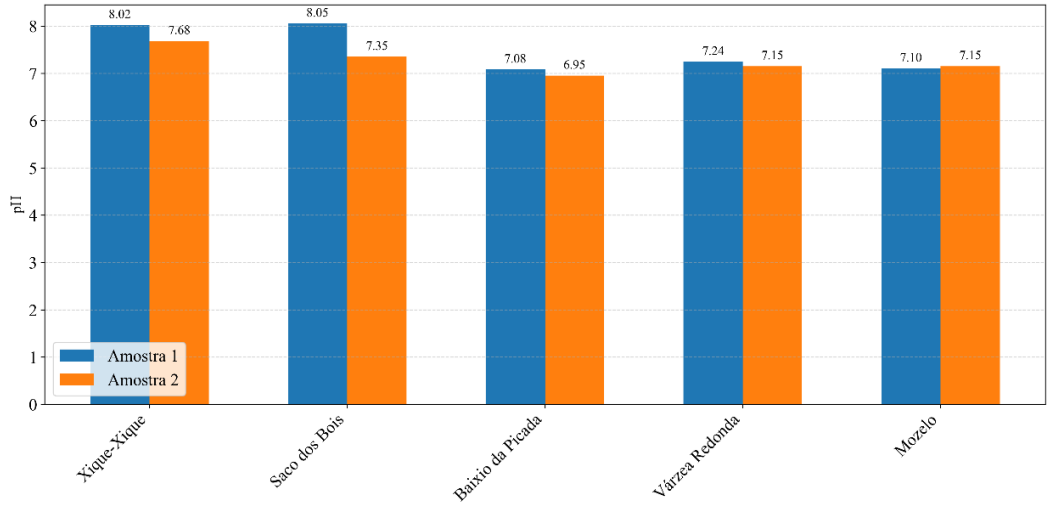
Figura 6 – Turbidez.
Figure 6 – Turbidity.



Fonte: Autores (2025).
Source: Authors (2025).

A elevação na turbidez nessas comunidades pode estar relacionada à presença de material particulado suspenso, à ausência de limpeza periódica dos reservatórios ou à deficiência na etapa de filtração. Esse resultado é relevante, pois a turbidez elevada pode proteger microrganismos patogênicos do processo de desinfecção, comprometendo a eficiência do cloro na inativação bacteriana. Os valores do parâmetro pH estão apresentados na Figura 7. Nota-se que todas as amostras apresentaram valores dentro da faixa recomendada de 6,0 a 9,5, variando entre 6,95 e 8,05.

Figura 7 – pH.
Figure 7 – pH.



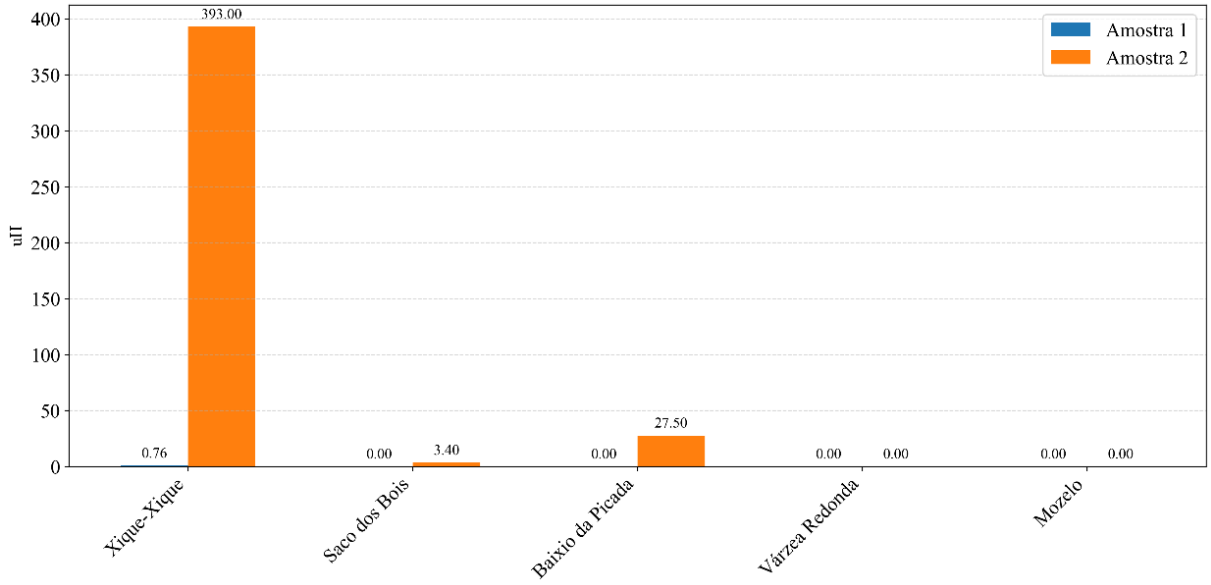
Fonte: Autores (2025).
Source: Authors (2025).

Esses resultados indicam que, para esse parâmetro a água estaria adequada ao consumo humano, entre

6,0 e 9,5 conforme Portaria GM/MS nº 888/2021), não representando risco de corrosão nas tubulações nem de incrustações. A manutenção do pH dentro da faixa ideal também é importante para a eficiência da cloração, pois valores fora da faixa admissível podem reduzir a ação desinfetante do cloro.

Na análise da cor da água (Figura 8) as comunidades de Xique-Xique e Baixio da Picada apresentaram valores acima dos 15UH estabelecidos pela portaria do Ministério da Saúde.

Figura 8 – Cor aparente.
Figure 8 – Apparent color

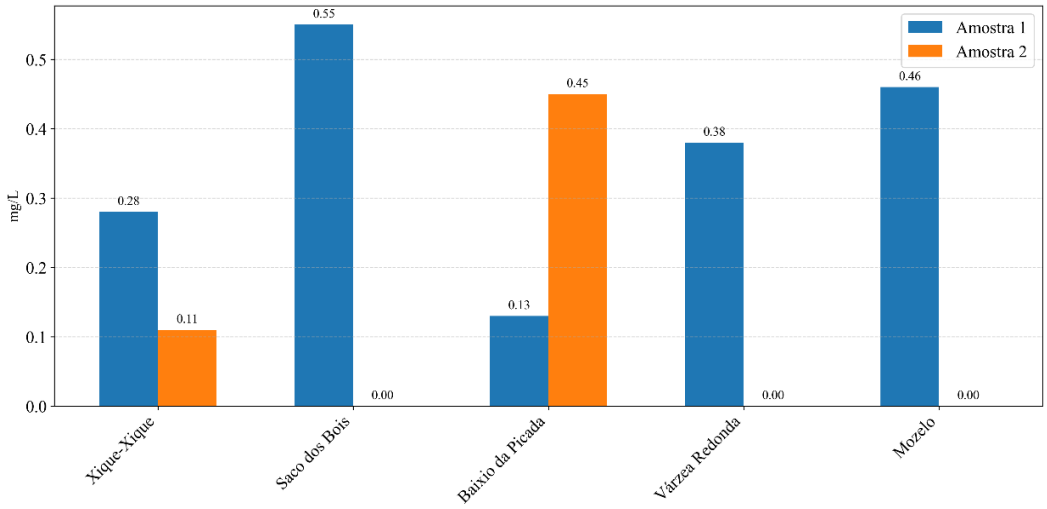


Fonte: Autores (2025).
Source: Authors (2025).

Valores elevados de cor aparente podem ser indícios de substâncias dissolvidas e em suspensão, comumente, de matéria orgânica (Souza *et al*, 2007). Vale pontuar que a água distribuída nas diferentes comunidades possui diferentes fontes de origem, sendo por este motivo possível tal discrepância entre resultados, mesmo as coletas das amostras de água tendo sido realizadas no mesmo dia.

Com relação ao cloro residual livre, representado na Figura 9, verificou-se que a maioria das amostras apresentou valores adequados, situando-se dentro da faixa de 0,2 a 2,0 mg/L recomendada pela Portaria GM/MS.

Figura 9 – Cloro residual livre.
Figure 9 – Free residual chlorine.

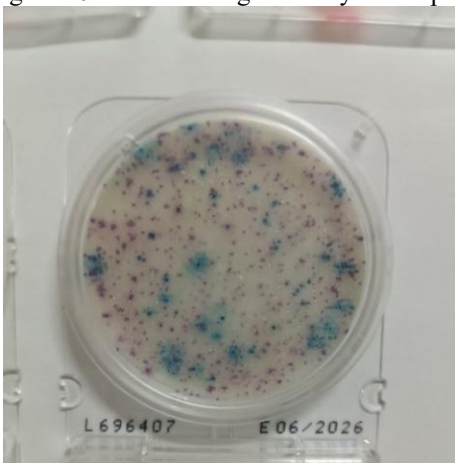


Fonte: Autores (2025).
Source: Authors (2025).

Entretanto, ao menos uma das amostras em todas as comunidades analisadas apresentaram concentrações inferiores a 0,2 mg/L, indicando deficiência na desinfecção. O cloro é um produto químico com elevada capacidade de remoção de microrganismo patogênicos da água em curto espaço de tempo (Adam e Oliveira, 2024), e sua insuficiência de forma residual livre na água tratada representa risco de contaminação microbiológica na rede de distribuição (Pierezan, 2009), fator agravante em comunidades com reservatórios abertos ou com infraestrutura precária.

Quanto as análises microbiológicas, a Figura 10 ilustra uma das amostras, onde é possível notar a existência dos coliformes. Já a tabela 3 apresenta os resultados de todas as análises de coliformes totais e *E. coli*.

Figura 10 – Amostra de análise microbiológica.
Figure 10 – Microbiological analysis sample.



Fonte: Autores (2025).
Source: Authors (2025).

Tabela 3 - Detecção de coliformes totais e *E. coli* nas amostras de água coletadas.
Table 3 – Detection of total coliforms and *E. coli* in collected water samples.

Localidade	Coliformes Totais	*E. coli*	Situação
Baixio da Picada	Presente	Ausente	Não conforme
Xique-Xique	Presente	Presente	Não conforme
Mozelo	Presente	Ausente	Não conforme
Várzea Redonda	Presente	Presente	Não conforme
Saco dos Bois	Presente	Presente	Não conforme

Fonte: Autores (2025).
Source: Authors (2025).

Observa-se que todas as amostras apresentaram coliformes totais, e três delas — Xique-Xique, Várzea Redonda e Saco dos Bois — apresentaram também *E. coli*, indicando contaminação fecal. Esses resultados revelam que 100% das amostras estão em desconformidade microbiológica, uma vez que a Portaria GM/MS nº 888 exige ausência total desses microrganismos em 100 mL de amostra. A presença de *E. coli* é particularmente preocupante, pois sinaliza contaminação recente por fezes humanas ou de animais.

Com base na análise conjunta dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, observa-se que todas as amostras apresentaram alguma inconformidade, seja por turbidez, cor, cloro residual ou presença de coliformes. O resultado indica falhas na operação do sistema de tratamento e distribuição, além da necessidade de reforço na etapa de desinfecção. Essa situação é comum em sistemas de abastecimento rural, onde há carência de monitoramento contínuo e manutenção periódica das estruturas.

Nesse contexto, a existência de uma Estação de Tratamento de Água na comunidade Xique-Xique demonstra que o sistema está implantado; contudo, sua expansão para o atendimento das demais comunidades é necessária. É indispensável, ainda, o monitoramento contínuo dos parâmetros de qualidade da água, inclusive daquela oriunda de poços e cisternas de captação de água de chuva, o que não pode ser negligenciado pelos órgãos de gestão, sobretudo em um cenário no qual essas constituem as principais fontes de abastecimento da comunidade.

De igual modo, é viável a adequação de sistemas de captação e armazenamento de água de chuva já existentes, aliada à adoção de tecnologias de tratamento simplificado e de baixo custo. Além disso, políticas de gestão participativa dos recursos hídricos, associadas à educação ambiental, podem garantir a sustentabilidade das ações, contribuindo para a segurança hídrica local e para a promoção da resiliência diante das variações climáticas características da região semiárida.

4. Conclusão

A partir dos resultados obtidos, constatou-se que o município de Baixio apresentou progresso contínuo em praticamente todos os indicadores analisados. A população total atendida (AG001) e o número de economias ativas (AG003 e AG013) cresceram de forma constante ao longo da década, evidenciando a ampliação da cobertura e o fortalecimento da infraestrutura local. Além disso, verificou-se que todas as economias residenciais são micromedidas (AG022), fato que reflete uma gestão mais eficiente do consumo e maior controle das perdas de água, aspecto positivo que diferencia o município em relação a outros de porte semelhante.

O consumo médio per capita (IN022-AE) manteve-se dentro da faixa recomendada pelos padrões nacionais, com leve tendência de aumento, o que pode indicar tanto o aprimoramento do abastecimento, quanto a necessidade de intensificar ações de conscientização para o uso racional da água. Já os índices de atendimento urbano e total (IN023-AE e IN055-AE) revelam o principal desafio identificado nesta pesquisa: embora a cobertura urbana seja elevada (próxima à universalização), as áreas rurais ainda enfrentam limitações estruturais, com dependência significativa de soluções alternativas, como poços e cisternas.

Sobre os resultados obtidos nas análises da água, estes demonstraram que, de modo geral, os parâmetros físico-químicos apresentaram valores dentro dos limites recomendados pela legislação vigente, com exceção da turbidez observada na comunidade de Várzea Redonda e da cor elevada em Xique-Xique. Os valores de pH se mantiveram adequados em todas as amostras, variando entre 7,0 e 8,3, enquanto o cloro residual apresentou pequenas variações, com deficiência pontual em Baixio da Picada e Xique-Xique, sugerindo possíveis falhas no processo de desinfecção.

Entretanto, as análises microbiológicas evidenciaram inconformidade em todas as amostras avaliadas, com detecção de coliformes totais em 100% dos pontos e presença de *E. coli* em três localidades. Esses resultados indicam contaminação fecal recente e comprometimento da potabilidade da água distribuída, tornando-a imprópria para consumo humano segundo os critérios da Portaria GM/MS nº 888.

Dessa forma, conclui-se que, embora os parâmetros físico-químicos estejam majoritariamente adequados, a qualidade microbiológica da água apresenta deficiências significativas, evidenciando a necessidade de aprimoramento das práticas de desinfecção e de manutenção dos sistemas de abastecimento. Recomenda-se a implementação de um controle operacional mais rigoroso, com monitoramento contínuo do teor de cloro residual e inspeções periódicas das redes e reservatórios, de modo a assegurar o fornecimento de água segura e de qualidade à população rural do Município de Baixio-CE.

5. Referências

Adam, Isadora Padilha; Oliveira, Cristiane da Silva Paula. Determinação do teor de cloro residual livre na água de bebedouros e torneiras de uma instituição de ensino. *Visão Acadêmica*, Curitiba, v. 25, n. 1, p. 43–56, jan./mar. 2024. ISSN 1518-8361.

Bastos, Leticia; Alves, Rosana. Estudo da correlação entre indicadores de saneamento básico e internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado em Belém/PA. **Revista DAE**, São Paulo, v. 73, n. 248, p. 1–13, 2025. DOI: https://doi.org/10.36659/dae.2025.088.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regula o uso da água e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil03/leis/l9433.htm. Acesso em: 25 abr. 2025.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 jul. 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm. Acesso em: 28 mar. 2025.

BRASIL. **Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, seção 1, p. 127, 7 maio 2021. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562. Acesso em: 28 mar. 2025.

BRASIL. **Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Diagnóstico dos serviços de água e esgoto**. Brasília: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SINISA), 2022. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/assuntos/snis. Acesso em: 25 abr. 2025.

BRASIL. **Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Diagnóstico dos**

serviços de água e esgoto. Brasília: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SINISA), 2024. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/assuntos/snis. Acesso em: 22 abr. 2026.

Guedes, Walef Pena; Sugahara, Cibele Roberta; Ferreira, Denise Helena Lombardo; Branchi, Bruna Ângela. Indicadores de saneamento básico: uma aplicação da análise fatorial para os municípios das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. **Interações**, Campo Grande, v. 24, n. 1, p. 261–279, jan./mar. 2023. DOI: 10.20435/inter.v24i1.3722. Disponível em: https://www.scielo.br/j/inter/a/csSBx5dMCsQgjN6Hh9cTSgK/. Acesso em: 20 jul. 2025.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo demográfico 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/statistics/social/population/22827-censo-demografico-2022.html. Acesso em: 29 abr. 2025.

Miterhof, Marcelo; Pimentel, Letícia. Um novo patamar para os investimentos no saneamento. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getulio Vargas (FGV IBRE), 2025. Disponível em: https://ibre.fgv.br/sites/ibre.fgv.br/files/arquivos/u65/05ce2025_marcelo_miterhof_e_leticia_pimentel.pdf. Acesso em: 7 ago. 2025.

Pierezan, Marcel Lanteri. Monitoramento contínuo do residual de cloro em sistemas de distribuição de água para abastecimento. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2009.Disponível em: https://repositorio.ufms.br/bitstream/123456789/1509/1/Marcel%20Lanteri%20Pierezan.pdf. Acesso em: 22 abr. 2026.

Souza, Vinícius Valiati; Dias, Herly Carlos Teixeira; Costa, Adriana Albuquerque; Oliveira Júnior, José Carlos. Análise da qualidade das águas das precipitações em aberto e efetiva em um fragmento secundário da Mata Atlântica, no município de Viçosa, MG. *Revista Árvore*, Viçosa, MG, v. 31, n. 4, p. 737–743, 2007.