

Qualidade Bacteriológica e Riscos à Saúde pública nas Soluções Alternativas de Abastecimento de Água em Itabuna, Bahia

Bacteriological quality and public health risks in alternative water supply solutions in Itabuna, Bahia

Deise Oliveira da Silva¹, Roma Actis Pereira², Alaiana Santos Silva³,
Allana Carla Matos dos Santos Silva⁴, Sandra Rocha Gadelha⁵, Tassia Gonçalves da Silva⁶,
Gabriel Melo de Sousa⁷

¹Universidade Estadual de Santa Cruz, Bahia – Brasil, deisebiomedica20@gmail.com

²Universidade Estadual de Santa Cruz, Bahia – Brasil, roma_actis@proton.me

³Faculdade Anhangüera de Itabuna, Bahia – Brasil, alaianasantos@outlook.com

⁴Secretaria Municipal de Saúde de Itabuna, Bahia – Brasil, allanacmatos@gmail.com

⁵Universidade Estadual de Santa Cruz, Bahia – Brasil, srgmello@uesc.br

⁶Secretaria Municipal de Saúde de Itabuna, Bahia – Brasil, tassyas@hotmail.com

⁷Centro Universitário Internacional UNINTER, Paraná – Brasil, melo.gsousa@gmail.com

Recebido:

16 de maio de 2025

Recebido no formato de revisão:

12 de novembro de 2025

Aceito:

02 de fevereiro de 2026

Disponível online:

09 de março de 2026

Seção:

Artigos

Palavras-chave:

Escherichia coli.
Coliformes Totais.
Sisagua.
Vigilância Ambiental.
Indicadores de Contaminação.

Keywords:

Escherichia coli.
Total Coliforms.
Sisagua.
Environmental Surveillance.
Contamination Indicators.

<https://doi.org/10.14295/ras.v40i1.30396>



RESUMO

A gestão sustentável de mananciais e o acesso à água potável enfrentam desafios crescentes devido a eventos climáticos extremos e infraestruturas deficitárias. Em Itabuna, Bahia, as inundações de 2021 e 2022 evidenciaram as limitações na gestão pública, impulsionando o uso de Soluções Alternativas (SAs), cuja integridade sanitária é frequentemente negligenciada. Este estudo objetivou analisar o panorama da qualidade bacteriológica das Soluções Alternativas Coletivas (SACs) e individuais (SAIs) no município entre 2020 e 2025. Utilizou-se uma abordagem quantitativa fundamentada em dados secundários do Sisagua, com segmentação territorial por módulos administrativos e análise de indicadores (*Escherichia coli* e Coliformes Totais) conforme a Portaria GM/MS nº 888/2021. Os resultados revelam uma vulnerabilidade generalizada, com o ano de 2022 apresentando o pico de insatisfação (91,3%) após eventos de inundação. A análise estatística do Teste Exato de Fisher ($p < 0,001$) confirmou a existência de uma associação significativa entre a modalidade de abastecimento e a qualidade da água, com a modalidade SAI apresentando 91,5% de amostras insatisfatórias frente a 70,2% na SAC. Territorialmente, o Módulo 4 destacou-se como o polo mais crítico, com 95,74% de inconformidade nas SAIs. A investigação evidencia que a utilização de captações subterrâneas desprovidas de vedação técnica representa um risco crítico à segurança hídrica urbana. Nesse sentido, torna-se imperativo implementar um modelo de investimento que promova a convergência estratégica entre as Vigilâncias Ambiental, Sanitária e Epidemiológica, fortalecendo as inspeções sanitárias ativas e as barreiras de proteção para a garantia da saúde coletiva.

ABSTRACT

Sustainable water source management and access to drinking water face growing challenges due to extreme weather events and poor infrastructure. In Itabuna, Bahia, the floods of 2021 and 2022 highlighted the limitations of public management, driving the use of Alternative Solutions (ASs), whose sanitary integrity is often neglected. This study aimed to analyze the bacteriological quality of Collective Alternative Solutions (CASs) and Individual Alternative Solutions (IASs) in the municipality between 2020 and 2025. A quantitative approach based on secondary data from Sisagua was used, with territorial segmentation by administrative modules and analysis of indicators (*Escherichia coli* and Total Coliforms) in accordance with Ordinance GM/MS No. 888/2021. The results reveal widespread vulnerability, with the year 2022 showing the peak of dissatisfaction (91.3%) after flooding events. Statistical analysis using Fisher's Exact Test ($p < 0.001$) confirmed the existence of a significant association between the type of supply and water quality, with the SAI modality presenting 91.5 % of unsatisfactory samples compared to 70.2% in the SAC. Territorially, Module 4 stood out as the most critical hub, with 95.74% non-compliance in SAI. The investigation shows that the use of underground water collection without technical sealing represents a critical risk to urban water security. In this sense, it is imperative to implement an investment model that promotes strategic convergence between Environmental, Health, and Epidemiological Surveillance, strengthening active health inspections and protective barriers to ensure public health.

1. INTRODUÇÃO

A preservação ambiental e o manejo sustentável de mananciais são pilares para a garantia da disponibilidade hídrica futura. De acordo com o Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil (2025), a retirada de água em 2024 atingiu aproximadamente 67,32 bilhões de metros cúbicos (m³) para suprir demandas populacionais, agropecuárias e industriais. Contudo, a eficiência operacional desse uso é comprometida por desperdícios médios de 40,3%, resultantes, sobretudo, de infraestruturas deficitárias. Esse cenário, agravado pela recorrência de eventos climáticos extremos, acentua as desigualdades regionais no acesso ao saneamento — especialmente no Norte e Nordeste — e vulnerabiliza comunidades dependentes de sistemas de abastecimento instáveis (ANA, 2024).

Nesse cenário, as mudanças climáticas impulsionadas por atividades antrópicas alteram significativamente os ciclos naturais. No território brasileiro, essa dinâmica é intensificada pelos fenômenos *El Niño* e *La Niña*, responsáveis por alternâncias entre estiagens severas e precipitações intensas de acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2024). O município de Itabuna, no sul da Bahia, ilustra essa dualidade ao enfrentar crises hídricas históricas entre 2015 e 2016 (Moreno, 2016) e inundações devastadoras nos anos de 2021 e 2022 (Farias; Gomes; Silva, 2024). Tais extremos evidenciam limitações na gestão pública em assegurar a regularidade do fornecimento, impulsionando a adoção de Soluções Alternativas (SAs) de abastecimento pela população.

As SAs ganharam protagonismo devido ao baixo custo, facilidade de aquisição e à percepção popular de qualidade superior à rede principal. Conforme a Norma de Potabilidade (Portaria GM/MS nº 888/2021 e amparadas pela Lei das Águas (Lei nº 9.433/1997), essas modalidades são formas de abastecimento provenientes de captação subterrânea e dividem-se em: (1) Solução Alternativa Coletiva (SAC), destinada a fornecer água potável sem rede de distribuição; e (2) Solução Alternativa Individual (SAI), que atende a domicílios residenciais de uma única família e seus agregados familiares (Brasil, 2021). Contudo, a segurança dessas fontes é frequentemente negligenciada, pois a captação via poços tubulares ou cacimbas em áreas urbanas apresenta fragilidades estruturais. Nesses casos, vedações inadequadas e a carência de monitoramento técnico tornam as estruturas susceptíveis à infiltração de agentes externos (Gianpá; Gonçalves, 2005). Essa vulnerabilidade é corroborada por evidências estatísticas que associam deficiências estruturais e sanitárias ao aumento direto da contaminação da água em poços urbanos. Estudos recentes (Jeranoski; Wiecheteck, 2024) demonstram uma correlação significativa entre a precariedade das infraestruturas locais e a presença de coliformes totais ($p=0,002$) e *Escherichia coli* ($p=0,011$), evidenciando riscos à saúde pública.

A relevância da análise bacteriológica reside na especificidade dos indicadores para diagnosticar a integridade sanitária hídrica. Enquanto a presença de *Escherichia coli*, microrganismo comensal do trato intestinal humano e animal, indica contaminação fecal direta e torna o recurso imediatamente impróprio para consumo, os Coliformes Totais abrangem bactérias que podem ter origem ambiental ou edáfica. Embora estes últimos sinalizem falhas na proteção da fonte, sua presença representa riscos severos a grupos vulneráveis, como crianças, idosos e pacientes hospitalizados (Brasil, 2021).

A existência de um cenário onde a conveniência das SAs mascara riscos invisíveis constitui a problemática central deste estudo, visto que a fragilidade na manutenção e a carência de fiscalização podem resultar em índices de contaminação que superam os limites legais. A hipótese deste trabalho sustenta que a precariedade das instalações, em sinergia com regimes de chuvas extremos, potencializa a dispersão de microrganismos. Segundo Jeranoski e Wiecheteck (2024), essa dinâmica ocorre, pois, as precipitações intensas facilitam o carreamento de poluentes superficiais para as águas subterrâneas, que se infiltram por fissuras em estruturas mal protegidas, agravando os riscos à saúde pública. Nesse contexto, a garantia da segurança microbiana exige uma abordagem que combine análises laboratoriais com levantamentos de riscos locais via inspeções sanitárias, capazes de prever a probabilidade de contaminação fecal.

Diante dessa premissa, o presente estudo objetiva analisar o panorama da qualidade bacteriológica das soluções alternativas de abastecimento em Itabuna-BA, abrangendo o período de 2020 a 2025. A partir dos dados consolidados pelo Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua), busca-se verificar sua conformidade com os padrões nacionais de potabilidade vigentes, bem como identificar

padrões temporais e a associação entre a presença de indicadores bacteriológicos e a classificação final das amostras.

2. METODOLOGIA

2.1. Delineamento e base de dados

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa observacional, de abordagem quantitativa, com caráter descritivo, exploratório e inferencial, incorporando etapa confirmatória por meio de teste de hipótese. A investigação fundamenta-se em dados secundários extraídos do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua), ferramenta oficial do Ministério da Saúde para o gerenciamento de riscos hídricos no âmbito do Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua). O recorte temporal compreende o período de 2020 a 2025, com dados registrados conforme a disponibilidade e alimentação do sistema pela Vigilância Ambiental em Saúde do município de Itabuna.

2.2. Área de estudo e representatividade

A pesquisa foi delimitada ao município de Itabuna, Bahia (14°47'21" S, 39°16'40" O). Segundo as estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, a localidade possui uma população de 196.676 habitantes e elevada densidade demográfica urbana, calculada em aproximadamente 457,17 hab/km² (IBGE, 2024). Para assegurar representatividade espacial e controle analítico, o município foi segmentado em quatro regiões ou módulos administrativos, baseados nos critérios de organização territorial e infraestrutura estabelecidos pelo Anuário de Estatística do Município (Itabuna, 2024). A seleção abrangeu a totalidade de laudos cadastrados para SAC e SAI em todas as regiões da cidade.

2.3. Coleta e parâmetros bacteriológicos

Os dados microbiológicos analisados neste estudo são secundários e foram extraídos do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua), instrumento do Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua), correspondendo aos resultados brutos de análises bacteriológicas de amostras individuais provenientes das ações de vigilância ambiental em saúde no município de Itabuna, Bahia.

Foram coletados dados dos indicadores *Escherichia coli* e coliformes totais, seguindo os critérios de potabilidade da Portaria GM/MS nº 888/2021. As informações foram extraídas de laudos bacteriológicos mensais de Sistemas de Abastecimento Coletivo (SAC) e Soluções Alternativas Individuais (SAIs), organizados cronologicamente por ano de referência.

A análise de conformidade respeitou as especificidades de cada modalidade: para as SAIs, exigiu-se a ausência total de ambos os indicadores em todas as amostras. Já para os SACs (com população de até 5.000 pessoas), aplicou-se a tolerância normativa de, no máximo, uma amostra mensal positiva para coliformes totais, sob a condição de detecção zero para *E. coli*.

Em todos os cenários analisados, a presença de *E. coli* foi considerada determinante de inconformidade microbiológica. Esses critérios de filtragem e reclassificação orientaram a categorização dos laudos como satisfatórios ou insatisfatórios e fundamentaram as análises estatísticas desenvolvidas no estudo.

2.4. Análise Estatística

A estratégia analítica compreendeu cinco etapas complementares, integrando abordagens descritivas, exploratórias e inferenciais: (I) processamento de dados temporais para a construção de gráficos de distribuição anual (2020–2025), visando a identificação de picos de insatisfação e padrões de sazonalidade hídrica; (II) elaboração de gráficos comparativos de inconformidade microbiológica entre as modalidades de abastecimento (SAC e SAI), para evidenciar a disparidade na segurança sanitária; (III) representação espacial da vulnerabilidade bacteriológica e do esforço de vigilância por módulos administrativos, utilizando a base territorial fundamentada no Anuário Estatístico de Itabuna (2024); (IV) ranking de bairros críticos por meio de gráficos de barras horizontais; e (V)

aplicação do Teste Exato de Fisher para verificar a associação estatística entre a modalidade de abastecimento e a proporção de amostras insatisfatórias. As análises estatísticas e a geração de gráficos (itens I, II, IV e V) foram processadas nos softwares R, versão 4.0.0 (R Core Team, 2021) e Microsoft Excel (Microsoft 365), enquanto a produção cartográfica (item III) foi realizada no software QGIS, versão 3.34, integrando os indicadores de conformidade do Sisagua (2020–2025) à malha digital do município. Em todas as etapas, adotou-se o nível de significância de $\alpha=0,05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na última década, o município de Itabuna registrou fenômenos climáticos que prejudicaram a regularidade e a segurança do suprimento público. A seca severa de 2015–2016 expôs falhas na rede de distribuição, levando a comunidade a procurar meios complementares (Moreno, 2016). Posteriormente, as inundações ocorridas entre 2021 e 2022 agravaram a situação ao danificarem a infraestrutura local e a qualidade da água fornecida (Silva *et al.*, 2024).

Nesse cenário, a água mineral tornou-se uma opção de consumo, porém o aumento de preços restringiu o acesso da população vulnerável. Com isso, as Soluções Alternativas (SAs) consolidaram-se como principal meio de obtenção desse insumo, motivadas pelo custo reduzido e pela facilidade de aquisição. A busca por fontes descentralizadas em resposta à precariedade do atendimento convencional é uma realidade observada em períodos de escassez (Pereira; Peixoto, 2024). Assim, o monitoramento microbiológico realizado entre 2020 e 2025 é necessário para verificar a condição sanitária desses mananciais perante as normas vigentes (Brasil, 2021).

A análise temporal detalhada na Figura 1, fundamentada na consolidação de séries mensais de monitoramento, revela variações significativas tanto no volume de ensaios realizados quanto na proporção de resultados em não conformidade. Embora os laudos sejam mensais, o agrupamento anual dos dados permite identificar padrões estruturais de inconformidade bacteriológica, minimizando o impacto de flutuações isoladas causadas por variações no número de amostras coletadas.

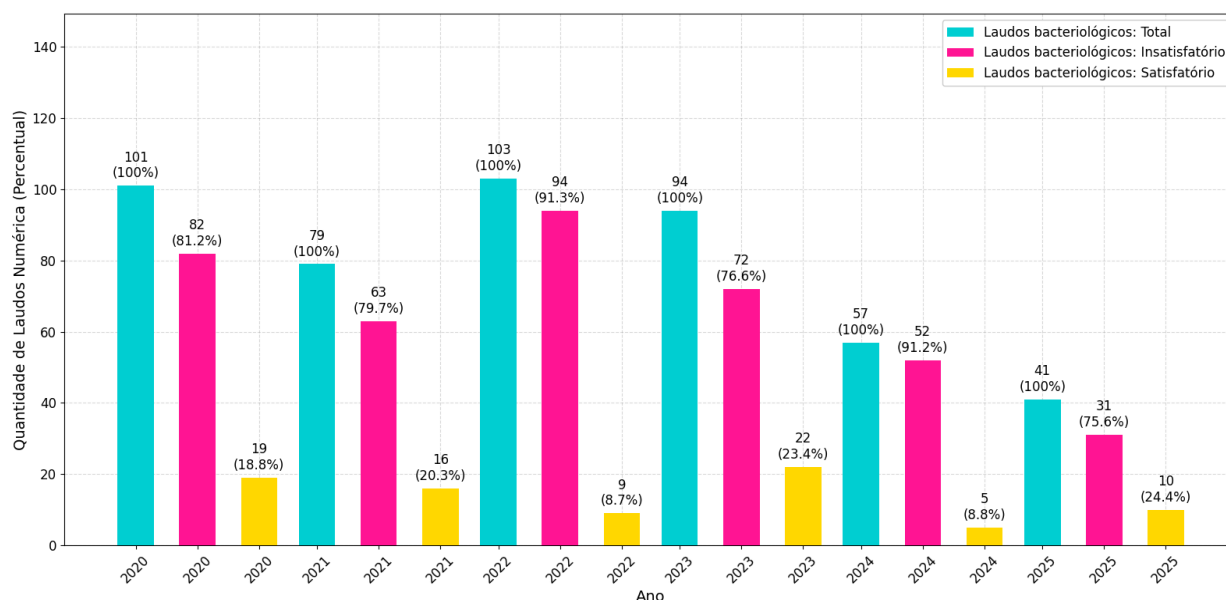


Figura 1. Distribuição mensal absoluta e relativa da conformidade microbiológica de laudos do Sisagua para solução alternativa coletiva (SAC) e soluções alternativas (SAI) de abastecimento, no período de 2020 a 2025. Fonte: Elaborado pelo autor com dados do Sisagua (2020–2025).

Em 2020, verificou-se um quantitativo relevante de laudos mensais processados ($N = 101$), cenário que coincide com a pandemia de COVID-19. A manutenção deste esforço de vigilância foi fundamental, dado que o controle sobre os serviços essenciais era estratégico para evitar riscos biológicos adicionais à população num período de crise de saúde pública global.

O ano de 2022 configurou-se como o mais crítico da série temporal ao apresentar o maior volume amostral (N=103) concomitante ao índice máximo de insatisfação, que atingiu 91,3 %. Esse cenário reflete o impacto das inundações municipais na integridade dos pontos de captação. O excesso de precipitação potencializa o carreamento de impurezas e a sobrecarga das redes de esgoto, facilitando a entrada de patógenos no subsolo. Tal dinâmica é característica de zonas com alta sensibilidade hidrogeológica, onde as alterações climáticas intensificam as ameaças à segurança hídrica (Howard *et al.*, 2010; Taylor *et al.*, 2013). Sob essa perspectiva, a proteção insuficiente das fontes alternativas permite que a contaminação afete o recurso consumido (Hirata; Terada, 2016).

Nos anos subsequentes, observa-se uma redução gradual no total de amostras anuais avaliadas, o que pode sugerir limitações operacionais na fiscalização municipal ou variações no planejamento das amostragens. Contudo, este decréscimo na vigilância não resultou numa melhoria da qualidade hídrica; em 2024, por exemplo, a taxa de inconformidade retornou ao patamar alarmante de 91,2%. Este padrão demonstra que as falhas na proteção das fontes são estruturais e persistentes, mantendo a população exposta a riscos sanitários independentemente das oscilações no volume de monitoramento efetuado.

Após a identificação de um cenário de vulnerabilidade generalizada, a decomposição dos dados por categoria de solução revela que o risco biológico não é distribuído de forma homogênea no município. A Figura 2 (A e B) ilustra essa dinâmica, evidenciando que as SAIs apresentam índices de contaminação sistematicamente mais elevados e persistentes do que as SACs. Conforme detalhado na Figura 2B, a modalidade individual manteve taxas de reprovação alarmantes ao longo de todo o período, superando a marca de 88 % em quase todos os anos. O ápice crítico ocorreu em 2022, quando 94,7% das amostras mensais foram classificadas como insatisfatórias. Em contrapartida, as SACs (Figura 2A), embora também exibam resultados preocupantes, demonstraram maior flutuação, com índices de inconformidade variando entre 46,7% e 81,5%.

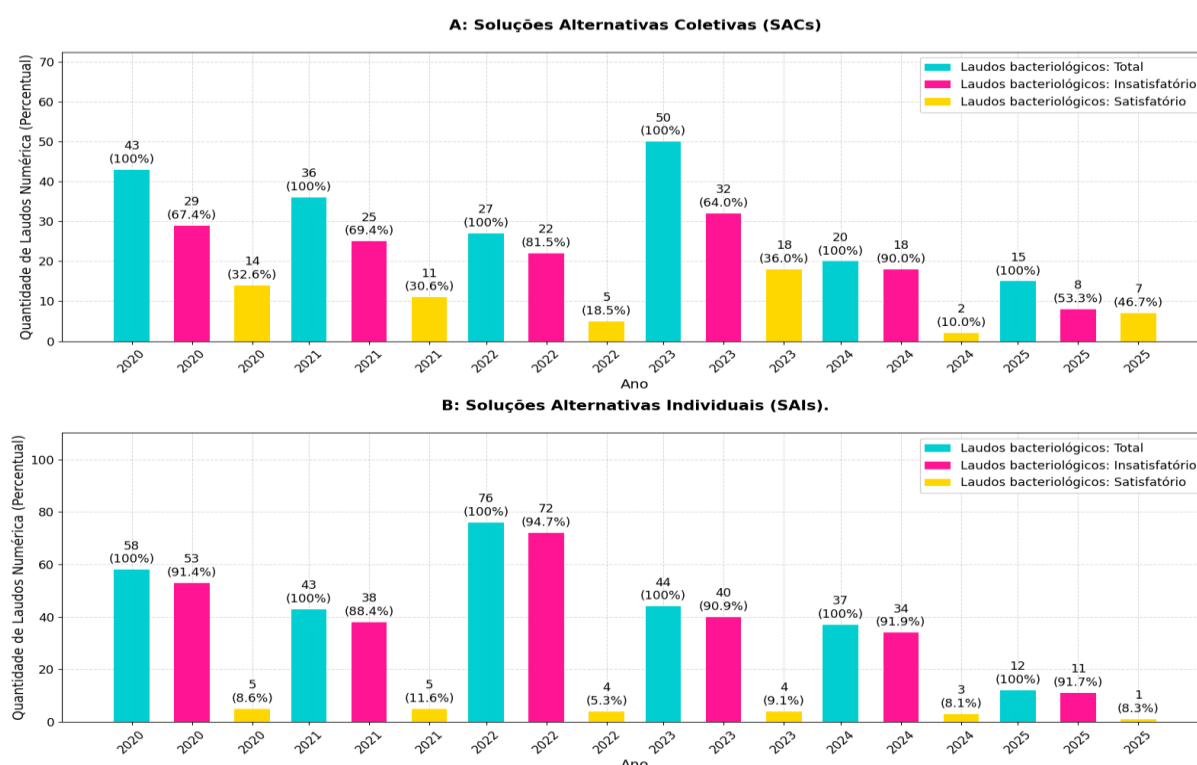


Figura 2. Frequência absoluta e relativa da conformidade bacteriológica de laudos do Sisagua (2020–2025) para: (A) Soluções Alternativas Coletivas (SACs); e (B) Soluções Alternativas Individuais (SAIs). Fonte: Elaborado pelos autores com dados do Sisagua (2020–2025).

Essa acentuada fragilidade das fontes individuais torna-se evidente em função do rigor metodológico aplicado neste estudo de levantamento, em consonância com as diretrizes da Portaria GM/MS nº 888/2021. Enquanto a norma permite às SACs uma tolerância estatística na avaliação mensal para coliformes totais (em sistemas de pequeno porte), as SAIs, por sua natureza de monitoramento pontual, não possuem essa margem, exigindo a ausência total de indicadores microbiológicos em cada amostra para que o recurso seja considerado potável.

Entretanto, para além da questão normativa, a precariedade estrutural dessas captações no perímetro urbano de Itabuna é o fator determinante. A maioria das fontes individuais na localidade é composta por poços rasos, muitas vezes escavados manualmente e sem o devido conhecimento técnico. Tais estruturas frequentemente carecem de vedação hermética e proteção sanitária, o que as torna extremamente susceptíveis à infiltração de contaminantes provenientes de fossas sépticas próximas ou do arraste superficial durante as enchentes discutidas anteriormente (Gianpá; Gonçalves, 2005; Jeranoski; Wiecheteck, 2024; Silva; Araújo, 2003).

A confirmação da hipótese de que a modalidade de abastecimento está estatisticamente associada ao nível de risco biológico é consolidada pelos dados da Tabela 1. Mais do que registrar a prevalência de contaminação, o cruzamento dos dados permite observar que as SAIs apresentam uma frequência de laudos insatisfatórios (N=260) significativamente superior ao que seria estatisticamente esperado (N=236,4) caso a contaminação fosse distribuída de forma aleatória entre as fontes.

O desvio positivo entre as frequências observadas e esperadas nas SAIs ratifica a ineficiência dessas estruturas como barreiras sanitárias, evidenciando sua vulnerabilidade intrínseca frente ao aporte de contaminantes. Essa fragilidade é corroborada por Silva e Araújo (2003), que identificaram 90,8% de contaminação por coliformes totais em poços rasos na Bahia, índice que se assemelha ao cenário crítico observado em Itabuna. Adicionalmente, a precariedade das fontes individuais locais resulta em índices de positividade que superam os 7% de *Escherichia coli* registrados por Jeranoski e Wiecheteck (2024) em poços artesanais no Paraná. Embora as realidades geográficas sejam distintas, os autores corroboram que deficiências na conservação das captações elevam drasticamente o risco microbiológico ($p=0,011$), fator que se manifesta de forma ainda mais severa no cenário de Itabuna.

Resultados semelhantes foram discutidos por Amaral *et al.* (2023) e Silva *et al.* (2019), ressaltando que altos índices de não conformidade são barreiras persistentes na segurança hídrica. Do ponto de vista da saúde pública, esses dados sugerem que a autogestão via poços artesanais, desprovidas de monitoramento técnico e vedações impermeáveis, constitui o elo mais frágil da segurança hídrica municipal.

Tabela 1 – Associação entre o tipo de solução alternativa de abastecimento e a conformidade dos laudos bacteriológicos

Contingência dos Laudos Bacteriológicos Insatisfatórios e o tipo de Soluções Alternativas			
Tipo de Solução Alternativa		Laudos Bacteriológicos	
		Insatisfatório	Satisfatório
SAI	Observado	260	24
	Esperado	236	48.4
	% em linha	91.5 %	8.5 %
SAC	Observado	134	57
	Esperado	158	32.6
	% em linha	70.2 %	29.8 %
Total	Observado	394	81
	Esperado	394	81.0
	% em linha	82.9 %	17.1 %
B: Teste estatístico de Associação			
		Valor	P
Teste Exato de Fisher		-	< .001
N amostral		475	

Fonte: Autoral com dados extraídos do Sisagua.

A compreensão plena desse cenário de vulnerabilidade exige que os dados de contingência sejam integrados à dimensão territorial de Itabuna. A Figura 3, demonstra a representatividade espacial da coleta, estratificada por módulos territoriais que agrupam bairros com características geográficas e sociais semelhantes. Essa cartografia sustenta a análise fundamentada na distribuição do esforço de vigilância ambiental, permitindo identificar áreas de maior fragilidade sanitária com base no percentual de amostras insatisfatórias entre 2020 e 2025.

Conforme preconizado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, a integridade biológica dos pontos de captação em soluções alternativas reflete diretamente as atividades antrópicas exercidas na bacia hidrográfica, unidade fundamental para a gestão dos recursos hídricos (ANA, 2024).

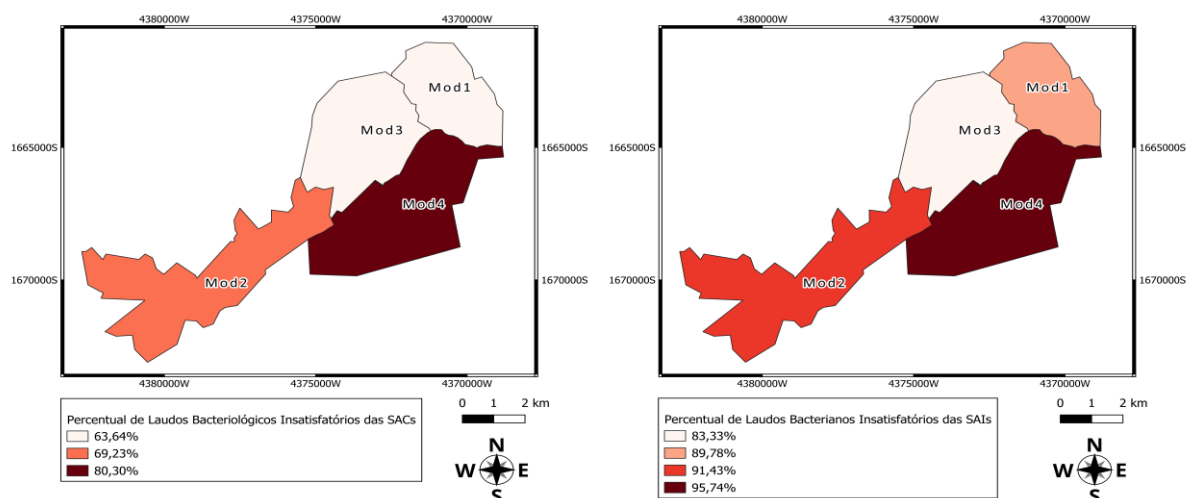


Figura 3. Representação espacial da vulnerabilidade bacteriológica em Itabuna-BA (2020–2025). À esquerda: Soluções Alternativas Coletivas (SACs); À direita: Soluções Alternativas Individuais (SAIs). Fonte: Elaborada pela autora (2026) no software QGIS (v. 3.34), utilizando a base territorial do Anuário Estatístico de Itabuna (2024) e dados do Sisagua (2020–2025). Nota: Os acrônimos “mod1”, “mod2”, “mod3” e “mod4” referem-se, respectivamente, aos Módulos Administrativos de Saúde 1, 2, 3 e 4 do município.

Os resultados demonstram que o Módulo 4 se destaca como o polo de maior vulnerabilidade e concentração amostral no período de 2020 a 2025, registrando 80,30% de insatisfação nas SACs e o índice alarmante de 95,74% nas SAIs. Esta região, que abriga o maior número de bairros e apresenta ampla diversidade socioeconômica, exige estratégias de abastecimento que transcendam o fornecimento convencional, ampliando a atuação das equipes de vigilância. A acentuação da precariedade hídrica nesta região pode ser atribuída, em parte, à memória ambiental das inundações catastróficas de 2021, que comprometeram a integridade estrutural de poços e cisternas, facilitando a infiltração de efluentes domésticos e a ressuspensão de biofilmes patogênicos (Jeranoski; Wiecheteck, 2024).

Paralelamente, os demais módulos também exibem patamares de contaminação que ratificam a fragilidade sistêmica das soluções alternativas no município. A região 2 apresentou o segundo maior índice de insatisfação para as SAIs (91,43%), acompanhado por 69,23% nas SACs. Esse cenário pode estar associado à precariedade infraestrutural em bairros periféricos agravada por eventos climáticos extremos. Já as Zonas 1 e 3 apresentaram taxas de inconformidade semelhantes em suas SACs (63,64 %), com índices de SAI atingindo 89,78% e 83,33%, respectivamente. Tais valores evidenciam que a insegurança hídrica permanece em níveis críticos em todo o território municipal, independentemente da zona analisada.

Em todos os quadrantes, a persistência de laudos insatisfatórios corrobora a tese de Pessatti e Oliveira (2023) de que sistemas individuais são os mais suscetíveis à detecção de contaminantes. Tais achados confrontam diretamente os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021, evidenciando que a ausência de barreiras sanitárias e de tratamento simplificado nas SAIs perpetuam um ciclo de risco à saúde pública (Brasil, 2021). Conforme destacado por Oliveira Júnior *et al.* (2019), a falta de monitoramento frequente e a dificuldade de controle sanitário nessas áreas evidenciam a fragilidade dos programas de vigilância. Nesse contexto, Bárta *et al.* (2021) ressaltam que as barreiras geográficas e as fragilidades econômicas municipais impactam diretamente a execução do Vigiagua, resultando em dificuldades operacionais que comprometem a garantia do acesso à água em padrões de potabilidade seguros.

A transição da análise regional por módulos para o nível local permite identificar as unidades urbanas de maior vulnerabilidade em Itabuna, conforme detalhado na Tabela 2.

Tabela 2 – Bairros mais afetados com laudos bacteriológicos insatisfatório

Bairro (SAC)	N (%)	Bairro (SAI)	N (%)
*N.S. Fatima	18 (13,43 %)	*N.S. Fatima	58 (22,31 %)
Centro	18 (13,43 %)	São Caetano	27 (10,38 %)
São Caetano	15 (11,19 %)	São Pedro	27 (10,38 %)
Jacana	11 (8,21 %)	Manoel Leão	21 (8,08 %)
Nova Itabuna	8 (5,97 %)	Califórnia	19 (7,31 %)

Fonte: Elaborado pelos autores com dados do Sisagua (2020–2025).

Nota: N = frequência absoluta (número de casos); % = frequência relativa (porcentagem) de laudos bacteriológicos insatisfatório; SAC = Solução Alternativa Coletiva; SAI = Solução Alternativa Individual; N.S. = Nossa Senhora.

O bairro Nossa Senhora de Fátima destaca-se como o polo mais crítico do município, concentrando 22,31% das amostras insatisfatórias em SAI e 13,43% em SAC, proporção igualmente observada no bairro Centro. Paralelamente, a região do São Caetano apresenta indicadores preocupantes de inconformidade, registrando 10,38% de laudos insatisfatórios nas SAIs e 11,19% nas SACs. Outras localidades como São Pedro (10,38%), Manoel Leão (8,08%) e Califórnia (7,31%) também sustentam elevadas frequências de amostras impróprias para o consumo, ratificando a fragilidade das barreiras sanitárias domiciliares nessas zonas de urbanização consolidada.

Para Silva e Araújo (2003), garantir o acesso a água que cumpra os padrões de potabilidade é uma medida essencial de política pública voltada à prevenção de morbimortalidade, sendo imperativo evitar o consumo de recursos hídricos inadequados através de informações e ações eficazes. A gravidade desses índices é acentuada pela elevada densidade populacional das áreas afetadas. O bairro São Caetano é o mais populoso do ranking (10.418 habitantes), seguido por Santo Antônio (8.908 habitantes) e Nossa Senhora de Fátima (8.435 habitantes) de acordo com as estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024). Nessas comunidades, a dependência de fontes individuais é agravada pela elevada densidade urbana, o que potencializa os riscos decorrentes das fragilidades técnicas já descritas. Conforme apontado por Lutterodt *et al.* (2021) e Kelly *et al.* (2021), a sobreposição entre o adensamento populacional e a ausência de proteção física adequada das fontes eleva drasticamente a vulnerabilidade microbiológica, facilitando a contaminação por efluentes domésticos. Essa configuração espacial demonstra que o risco biológico é um desafio de saúde coletiva imediato para a gestão municipal.

Diante deste panorama, os critérios da Portaria GM/MS nº 888/2021 funcionam como sentinelas para a proteção da comunidade. O grupo dos Coliformes Totais é utilizado como indicador de eficiência do sistema de proteção da fonte, sendo que sua detecção contínua sugere a falência do tratamento ou da higienização dos pontos de distribuição (Brasil, 2016; Nascimento *et al.*, 2007).

Já a detecção de *Escherichia coli* é particularmente grave por ser o indicador mais específico de contaminação fecal direta. Khan *et al.* (2021) enfatizam que esse parâmetro é decisivo para acusar o despejo de efluentes domésticos que comprometem o uso da água, elevando o risco de surtos de doenças diarreicas graves, como cólera e disenteria (Ahmad *et al.*, 2020). Essa realidade é agravada pela dinâmica de comercialização do recurso e pelas limitações operacionais da vigilância local, afetando especialmente grupos de maior risco, como bebês e idosos em condições de saneamento precário Organização Mundial da Saúde (WHO, 2017).

Enquanto a norma estabelece a necessidade de monitoramento periódico, a escassez de recursos limita a atuação a coletas esporádicas. Segundo Kelly *et al.* (2021), a inspeção sanitária deve atuar de forma estratégica na identificação e priorização da reparação dos sistemas de proteção, complementando as análises laboratoriais para mitigar os riscos sanitários identificados (Ercumen *et al.*, 2017).

A magnitude da inconformidade nas SAs reforça a necessidade de uma atuação integrada: enquanto a Vigilância Ambiental fornece o diagnóstico da vulnerabilidade dos mananciais, esses dados devem subsidiar a fiscalização rigorosa da Vigilância Sanitária sobre as estruturas e pontos de comercialização. Simultaneamente, cabe a Vigilância Epidemiológica correlacionar esses indicadores à incidência de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA), permitindo o rastreamento de surtos e a priorização de áreas críticas. Essa convergência de saberes transforma análises isoladas em uma ferramenta estratégica de controle territorial.

Portanto, a segurança microbiológica em Itabuna não pode depender apenas de análises laboratoriais isoladas. A segurança do abastecimento deve basear-se na utilização de parâmetros qualiquantitativos e em levantamentos de riscos locais, unindo a vigilância ativa à promoção de ações de educação em saúde. Tais medidas são fundamentais para conscientizar a população e os responsáveis por Soluções Coletivas sobre a importância do tratamento adequado e da manutenção das barreiras físicas, visando a redução do risco de contaminação a níveis não prejudiciais à saúde humana.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do cenário exposto, é evidente que a segurança hídrica em Itabuna é crítica, atingindo níveis alarmantes nas modalidades individuais (SAIs) que, desprovidas de barreiras técnicas adequadas, apresentam riscos significativamente superior aos observados nos sistemas coletivos. A investigação confirmou que a precariedade dessas instalações, quando submetida a eventos climáticos extremos como inundações, atua como um catalisador para a contaminação generalizada, resultando na falência das barreiras sanitárias no perímetro urbano.

Essa fragilidade é exacerbada pela insuficiência de investimento crônico em saúde pública. A persistência dos índices de insatisfação evidencia que a segurança hídrica do município depende da integração real entre as Vigilâncias e de um aporte robusto de recursos para o programa Vígiagua. É fundamental que a gestão pública reconheça as SAs como pontos críticos, implementando um modelo de investimento que permita transitar do monitoramento esporádico para uma fiscalização ativa e educativa, garantindo a proteção da saúde coletiva frente aos riscos ambientais identificados.

REFERÊNCIAS

- AHMAD, M. *et al.* Assessing Potable Water Quality and Identifying Areas of Waterborne Diarrheal and Fluorosis Health Risks Using Spatial Interpolation in Peshawar, Pakistan. **Water**, [S. l.], v. 12, n. 8, p. 1-14, 2020.
- ANA. **Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2024**. Brasília: ANA, 2024.
- AMARAL, L. A. *et al.* **Índices de não conformidade e segurança hídrica**. [S. l.: s. n.], 2023.
- BÁRTA, Renata Linassi *et al.* Qualidade da água para consumo humano no Brasil: revisão integrativa da literatura. **Vigilância Sanitária em Debate**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 4, p. 74-85, 2021.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/GM/MS, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2021.
- ERCUMEN, A. *et al.* Can Sanitary Inspection Surveys Predict Risk of Microbiological Contamination of Groundwater Sources? Evidence from Shallow Tubewells in Rural Bangladesh. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, Arlington, v. 96, n. 3, p. 561-568, 2017.
- FARIAS, E. S.; GOMES, R. L.; SILVA, J. B. L. Conhecimento do perigo ocasionado pelas enchentes urbanas: o caso do município de Itabuna, Bahia. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 17, n. 3, p. 2111-2131, 2024.
- GIANPÁ, C.; GONÇALES, V. G. **Orientações para a utilização de águas subterrâneas no estado de São Paulo**. São Paulo: FIESP/ABAS, 2005.
- HIRATA, Ricardo; TERADA, Raphael. Águas subterrâneas e saúde pública. **Revista USP**, São Paulo, n. 108, p. 11-20, 2016.
- HOWARD, Guy *et al.* Climate change and water resources: a primary threat to health. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [S. l.], v. 7, n. 10, p. 3673-3695, 2010.
- IBGE. **Estimativas da população residente para os municípios e para as Unidades da Federação com data de referência em 1º de julho de 2024**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.
- INPE. **Boletim de monitoramento e previsão de impactos do fenômeno El Niño no Brasil**. São José dos Campos: INPE, 2024.

- ITABUNA. Secretaria de Gestão e Planejamento. **Anuário Estatístico do Município de Itabuna 2023**: base de dados 2022. Itabuna: Prefeitura Municipal, 2024.
- JERANOSKI, R. F.; WIECHETECK, G. K. Avaliação microbiológica da água bruta de poços artesianos urbanos e determinação do grau de risco à saúde no consumo. **Revista DAE**, São Paulo, v. 72, n. 244, p. 1-11, 2024.
- KELLY, E. *et al.* Sanitary inspection, microbial water quality analysis, and water safety in handpumps in rural sub-Saharan Africa. **npj Clean Water**, Amsterdam, v. 4, n. 3, p. 1-7, 2021.
- KHAN, M. H. *et al.* Assessment of Drinking Water Sources for Water Quality, Human Health Risks, and Pollution Sources: A Case Study of the District Bajaur, Pakistan. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, Nova York, v. 80, n. 1, p. 41-54, 2021.
- LEAL, A. S. *et al.* Gestão de Recursos Hídricos e a Relação com o Uso e Ocupação do Solo em Bacias Hidrográficas. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 12, n. 1, p. 146-155, 2017.
- LUTTERODT, G. *et al.* Groundwater pollution assessment in a coastal aquifer in Cape Coast, Ghana. **Heliyon**, Philadelphia, v. 7, n. 4, p. 1-10, 2021.
- MASCARENHAS, A. I. L. *et al.* Análise das condições microbiológicas da água do município de Muritiba - Bahia. **Holos**, [S. l.], v. 37, n. 1, p. 1-12, 2021.
- MORENO, S. Sul da Bahia sofre com falta de chuvas; Itabuna ainda em situação de emergência. **Agência Brasil**, Brasília, DF, 7 jun. 2016. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2016-06/sul-da-bahia-sofre-com-falta-de-chuvas-itabuna-ainda-em-situacao-de-emergencia>. Acesso em: 31 jan. 2026.
- NASCIMENTO, M. S. V. *et al.* Análise bacteriológica da água no estado do Piauí nos anos de 2003 e 2004. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 21, n. 151, p. 99-103, 2007.
- OLIVEIRA JÚNIOR, A. de *et al.* Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua): características, evolução e aplicabilidade. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, DF, v. 28, n. 1, p. 1-14, 2019.
- PEREIRA, Tayline Cordeiro; PEIXOTO, Filipe da Silva. Fontes alternativas de água para autoabastecimento em face da escassez hídrica no semiárido brasileiro. **GEOgraphia**, Niterói, v. 26, n. 57, e54722, 2024. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/geographia/article/view/54722>. Acesso em: 31 jan. 2026.
- PESSATTI, M.; OLIVEIRA, S. L. Vulnerabilidade sanitária em soluções individuais de abastecimento: uma análise contemporânea. **Journal of Public Health**, [S. l.], 2023.
- SILVA, C. R. *et al.* **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Brasília: ANA, 2019. 116 p.
- SILVA, R. C. A.; ARAÚJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 4, p. 1019-1028, 2003.
- TAYLOR, Richard G. *et al.* Ground water and climate change. **Nature Climate Change**, [S. l.], v. 3, n. 4, p. 322-329, 2013.
- TORRES, J. L. R. *et al.* Análise das características quantitativas e qualitativas da microbacia do córrego Barreiro, afluente do Rio Uberaba. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 931-939, 2011.
- WHO. **Guidelines for drinking-water quality**: fourth edition incorporating the first addendum. Geneva: WHO, 2017.