Qualidade da água e riscos à saúde: uma análise sazonal no semiárido brasileiro

Caroline E. Lourenço [1] ; Alexandre C. Costa [2]; Tainara C. de Sousa [3]; Adriana M. Silva [4]; João D. P. Filho[5]; Caíque A. de Brito[6]; Pedro H. A. Medeiros [7]; Eduardo S. P. R. Martins [8]; Rafaella P. Moreira [9]; Pieter R. van Oel [10]

Palavras-Chave – Insegurança hídrica, Saúde Pública, Qualidade da Água.

INTRODUÇÃO

O acesso à água segura ainda representa um importante desafio para a saúde pública mundial, especialmente em áreas rurais e regiões semiáridas, onde a insegurança hídrica, a dependência de múltiplas fontes de abastecimento e as limitações de infraestrutura aumentam a vulnerabilidade socioambiental das populações. Segundo relatório da Organização Mundial de Saúde (OMS), cerca de 2,1 bilhões de pessoas, ou seja, 1 em cada 4 indivíduos, ainda não têm acesso à água potável, e 3,4 bilhões de pessoas ainda não têm saneamento básico (WHO, 2025).

A insegurança hídrica é definida como uma condição de vulnerabilidade socioambiental caracterizada pela falta de acesso à água segura em quantidade e qualidade adequadas, comprometendo sua disponibilidade, acesso e uso (de Moura *et al.,* 2020). Comunidades rurais de regiões áridas e semiáridas dependem de múltiplas fontes de água para enfrentar a insegurança hídrica, o que aumenta a vulnerabilidade a doenças transmitidas pela água, especialmente diarreias associadas à contaminação fecal.

Estudos em diferentes regiões do mundo demonstram elevada ocorrência de contaminação microbiológica em fontes de abastecimento e na água armazenada nos domicílios (Santos *et al.* 2023). No Semiárido brasileiro, a contaminação da água e seus impactos sobre a saúde já foram relatados, porém ainda são escassos estudos que integrem insegurança hídrica, características socioambientais, qualidade da água e desfechos em saúde.

Diante desse contexto, este estudo teve como objetivo investigar as relações sazonais entre a insegurança hídrica, as características socioambientais, a qualidade da água e os desfechos em saúde em comunidades rurais do semiárido brasileiro.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo descritivo, de série temporal e abordagem ecológica, realizado em três comunidades rurais do Sertão Central cearense (Jatobá, Olho d'Água do Forno e Serrinha de Santa Maria), nos municípios de Quixadá e Quixeramobim, em fevereiro, abril e setembro de 2025. A região é caracterizada por elevada vulnerabilidade socioambiental e insegurança hídrica, agravadas pelas mudanças climáticas, levando a população ao uso de múltiplas fontes de água.

[1]) Mestranda em Enfermagem, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). carolineevaristol@gmail.com
[2]) Docente do Instituto de Ciências da Saúde e do Instituto de Engenharia e Desenvolvimento Sustentável, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), cunhacos@unilab.edu.br
[3]) Mestranda em Enfermagem, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), tainarachagas.sousa@gmail.com
[4]) Mestranda em Enfermagem, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), adrianamartinssilva.ams@gmail.com
[5]) Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME). joao.pontes@funceme.br
[6]) Discente de graduação em Enfermagem. Faculdade de Quixeramobim (UNIQ). caique.ab1@gmail.com
[7]) Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Ceará (IFCE). phamedeiros@gmail.com
[8]) Docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará (UFC). espr.martins@gmail.com
[9]) Docente do Instituto de Ciências da Saúde, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). rafaellapessoa@unilab.edu.br
[10]) Grupo de Gestão de Recursos Hídricos, Universidade de Wageningen, Wageningen. pieter.vanoel@wur.nl

A população do estudo foram famílias residentes nas três comunidades rurais, por meio do recrutamento de um representante familiar, e os critérios de inclusão foram: residir em uma das áreas de estudo, não possuir água encanada ou ter água encanada não proveniente de fontes tratadas governamentais, e possuir pelo menos uma pessoa com idade maior que 18 anos em casa como representante para a coleta de dados. Foram excluídas as pessoas com deficiência cognitiva que impossibilitasse a coleta de dados, ou ausência de indivíduos na residência por qualquer motivo.

Os dados autorreferidos foram coletados por meio de um instrumento de pesquisa estruturado. O questionário contemplou informações sobre: a) perfil socioeconômico; b) manejo da água; e c) desfechos em saúde. O instrumento utilizado foi adaptado de um instrumento aplicado no Projeto *3D4REAL- 3D Drought Diagnosis for REliable ALternative water resources*.

Para caracterizar as condições hidroclimáticas em Quixadá e Quixeramobim, foi realizada uma análise da precipitação anual dos últimos 30 anos (1996-2025), no intervalo entre janeiro e junho, correspondente à estação chuvosa regional e coincidente com o período de coleta de dados. Os dados pluviométricos foram obtidos das estações oficiais da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), localizadas nas sedes administrativas de cada município. Utilizou valores de média, desvio padrão e escore Z para caracterizar a variabilidade climática e verificar se os índices pluviométricos de 2025 estavam dentro do padrão esperado.

A qualidade da água foi avaliada nos três períodos do estudo por meio da coleta de amostras de todas as fontes utilizadas pelas famílias. Foram analisados parâmetros físico-químicos (temperatura, pH, potencial de oxirredução e condutividade elétrica) e microbiológicos (presença de coliformes totais e *Escherichia coli*). As análises físico-químicas foram realizadas em campo com sonda multiparamétrica calibrada, enquanto a detecção microbiológica foi realizada em laboratório utilizando o método COLItest®.

Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva e testes não paramétricos, incluindo Kruskal-Wallis, pós-teste de Dunn, teste exato de Fisher, teste Q de Cochran, teste de McNemar e qui-quadrado de Pearson, adotando-se nível de significância de 5%. As análises foram realizadas nos softwares Jamovi®, RStudio.

O estudo foi conduzido em conformidade com os princípios éticos da Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), sob parecer nº 7.666.408/2025. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, garantindo a confidencialidade das informações.

RESULTADOS

A análise da precipitação acumulada entre janeiro e junho evidenciou elevada variabilidade interanual em Quixeramobim e Quixadá ao longo do período de 1996 a 2025, conforme Figura 1. Em 2025, Quixeramobim apresentou precipitação abaixo da média histórica (543,8mm) com escore Z de -0,32, enquanto Quixadá registrou valores ligeiramente superiores à média (696,0mm), com escore Z de +0,20. Entretanto, em ambos os municípios, os índices pluviométricos permaneceram dentro da faixa de variabilidade típica e foram inferiores aos observados em anos recentes.

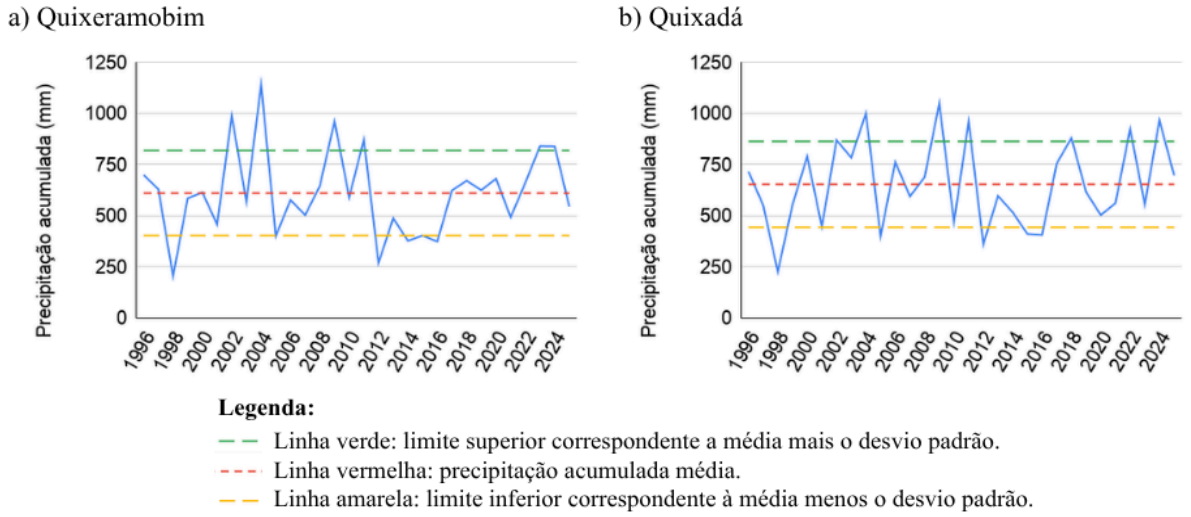


Figura 1. Precipitação acumulada nos últimos 30 anos em Quixeramobim-CE e Quixadá-CE.. Fonte: autoria própria.

Acerca dos tipos de fontes e uso doméstico, em todas as comunidades estudadas, as cisternas constituíram a principal fonte de água para ingestão humana (beber e cozinhar), embora tenham sido observadas mudanças sazonais durante o período de maior escassez hídrica, com aumento do uso de poços, açude e carros-pipa para cozinhar. Para a higiene pessoal, houve predomínio da água do poço em Jatobá e água de açude em Serrinha de Santa Maria e Olho d'Água do Forno. Além disso, os carros-pipa desempenharam papel importante como fonte emergencial em períodos de menor disponibilidade hídrica, principalmente em Jatobá. As limitações geográficas de Serrinha de Santa Maria impossibilitam a chegada de carro-pipa e água engarrafada, reforçando assim a dependência das cisternas para suprir as necessidades essenciais.

A dinâmica do nível de água nas cisternas, detalhada na Figura 2, variou entre as comunidades e entre os períodos avaliados. Em geral, observou-se melhora dos níveis de armazenamento durante a estação chuvosa (fevereiro e abril) e redução no período seco (setembro). Jatobá apresentou a situação mais crítica, com maior frequência de cisternas vazias, acompanhado de elevado compartilhamento de água entre famílias (59%), enquanto Serrinha de Santa Maria mostrou maior estabilidade, sem registros de cisternas vazias durante a estiagem e baixo compartilhamento de cisterna entre as famílias (19%). Em Olho d'Água do Forno, verificou-se um comportamento intermediário, com redução dos volumes armazenados ao final do período seco e 35% de compartilhamento entre as famílias.

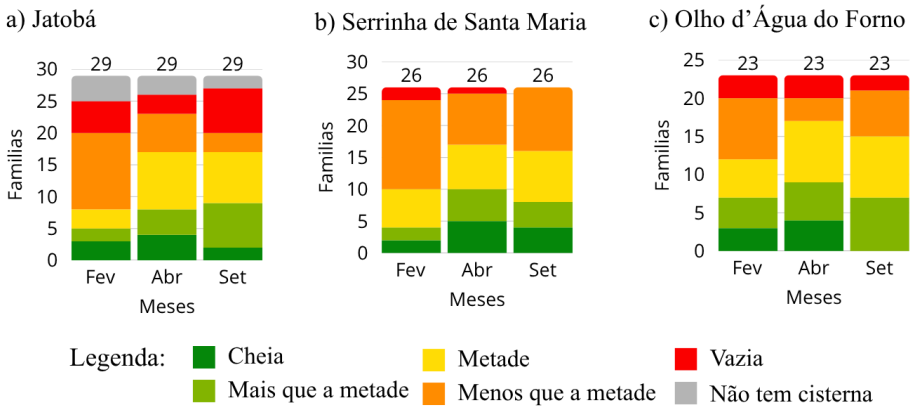


Figura 2. Nível de água nas cisternas ao longo dos três períodos do estudo.. Fonte: autoria própria.

A análise físico-química das diferentes fontes de água indicou diferenças significativas em todos os parâmetros físico-químicos avaliados ($p < 0,05$). Em geral, poços apresentaram maior alcalinidade e condutividade elétrica, enquanto cisternas e açudes exibiram menores valores de condutividade elétrica e potencial de oxirredução, ao passo que fontes tratadas, como o Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR), e água engarrafada apresentaram maior potencial de oxirredução.

A análise microbiológica evidenciou ampla contaminação das fontes de água nas três comunidades, com elevada frequência de coliformes totais e presença persistente de *Escherichia coli* (*E. coli*) ao longo de todo o período estudado, conforme a Tabela 1. As cisternas apresentaram menores níveis de contaminação em comparação às demais fontes, enquanto açudes e carro-pipa apresentaram maiores frequências de contaminação. Não foram observadas diferenças sazonais ou entre comunidades quanto à presença de *E. coli*.

Tabela 1 – Análise microbiológica de coliformes e *E. coli.*

Comunidade	Amostras (n)	Coliformes totais	*Escherichia coli*
Jatobá	34	94,1%	50%
Serrinha de Santa Maria	20	100%	60%
Olho d'Água do Forno	24	100%	62,5%

A ocorrência de diarreia foi observada em todas as comunidades e períodos avaliados, evidenciando a persistência do risco de transmissão de doenças de veiculação hídrica. Observou-se diferença significativa ($p=0.016$) na frequência de casos entre as comunidades, com maior ocorrência em Olho d'Água do Forno, seguida por Jatobá e Serrinha de Santa Maria, conforme dados da tabela 2. Episódios de diarreia também foram registrados em crianças de diferentes faixas etárias, representando 25% dos casos.

Tabela 2 – Casos atuais e em três meses de diarreia nas comunidades.

Comunidade	Fev. (atual / 3 meses)	Abr. (atual / 3 meses)	Set. (atual /3 meses)
Jatobá	3/4	2/3	2/8
Serrinha de Santa Maria	1/4	1/4	0/0
Olho d'Água do Forno	2/5	4/7	0/6

CONCLUSÕES

Embora as cisternas sejam essenciais para o abastecimento no semiárido, a dependência de fontes alternativas durante os períodos de seca e a persistente contaminação microbiológica da água reforçam a necessidade de monitoramento contínuo da qualidade da água e de estratégias integradas para redução dos riscos à saúde das populações rurais.

REFERÊNCIAS

DE MOURA, M. R. F. et al. Segurança e vulnerabilidade hídrica: evoluções conceituais à luz da Gestão Integrada e Sustentável. Ciência & Trópico, v. 44, n. 1, 9 jun. 2020.

SANTOS, T. M. et al. E. coli contamination of drinking water sources in rural and urban settings: an analysis of 38 nationally representative household surveys (2014–2021). Journal of Water and Health, v. 21, n. 12, p. 1834–1846, 9 nov. 2023.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000–2024: special focus on inequalities [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2025. Disponivel em: https://www.who.int/publications/i/item/9789240115149