REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 04/11/2026
Vol: 13.23
DOI: 10.66104/cfcv8f17
Pages: 1-17

DIAGNÓSTICO HIDROQUÍMICO E SANITÁRIO DO RIO MEARIM NO PERÍMETRO URBANO DE BACABAL – MA

HYDROCHEMICAL AND SANITARY DIAGNOSIS OF THE MEARIM RIVER IN THE URBAN PERIMETER OF BACABAL – MA

DIAGNÓSTICO HIDROQUÍMICO Y SANITARIO DEL RÍO MEARIM EN EL PERÍMETRO URBANO DE BACABAL – MA

Alan Marques da Silva Souza
Mestrando do ProfÁgua, UEMA, Brasil
E-mail: allan13carismas@gmail.com

Thiago de Morais Chaves
Mestrando em Ciência e Tecnologia – Química, UFABC, Brasil
E-mail: thiagokairos99@gmail.com

Raíssa Azevedo Mendonça
Graduanda em Química Licenciatura, UEMA, Brasil
E-mail: ra4351034@gmail.com

Thiago Oliveira Araújo
Graduanda em Química Licenciatura, UEMA, Brasil
E-mail: thiagoaraujo012005@gmail.com

Thiago Gomes Lisboa
Graduanda em Química Licenciatura, UEMA, Brasil
E-mail: thiagolisboag@gmail.com

Karla Cristina Amorim Pereira
Graduanda em Química Licenciatura, UEMA, Brasil
E-mail: karlacristinaape@gmail.com

Alamgir Khan
Doutor em Ciências, UEMA, Brasil
E-mail: alamgir.uema@gmail.com

Raquel Maria Trindade Fernandes
Doutora em Ciências, UEMA, Brasil
E-mail: raquelfernandes@professor.uema.br

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 04/11/2026
Vol: 13.23
DOI: 10.66104/cfcv8f17
Pages: 1-17

Resumo

O rio Mearim desempenha importante função socioeconômica e ambiental no município de Bacabal, Maranhão, sendo utilizado para diferentes atividades humanas. Entretanto, a ocupação urbana e o lançamento de efluentes podem comprometer a qualidade de suas águas. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo avaliar as características físico-químicas e microbiológicas das águas superficiais do rio Mearim, no trecho urbano de Bacabal (MA). Foram analisadas amostras coletadas em 25 pontos georreferenciados durante o período de estiagem, considerando parâmetros físico-químicos e a presença de coliformes totais e *Escherichia coli*. Os resultados indicaram valores de pH entre 6,8 e 7,5, oxigênio dissolvido entre 5,1 e 9,2 mg/L e turbidez entre 31,3 e 82,2 NTU. Embora a maioria dos parâmetros físico-químicos tenha apresentado resultados compatíveis com os referenciais adotados, a análise microbiológica identificou coliformes totais e *E. coli* em todos os pontos amostrados, evidenciando contaminação de origem fecal ao longo do trecho investigado. Os resultados apontam para a necessidade de ações de saneamento, controle do lançamento de efluentes e monitoramento sistemático da qualidade da água, visando à proteção ambiental e à saúde pública.

Palavras-chave: Qualidade da água; Contaminação microbiológica; Recursos hídricos.

Abstract

The Mearim River plays an important socioeconomic and environmental role in the municipality of Bacabal, Maranhão, serving various human activities. However, urban development and the discharge of effluents can compromise its water quality. In this context, this study aimed to evaluate the physicochemical and microbiological characteristics of the Mearim River's surface waters within the urban stretch of Bacabal (MA). Samples were collected at 25 georeferenced points during the dry season and analyzed for physicochemical parameters, as well as the presence of total coliforms and *Escherichia coli*. The results showed pH values between 6.8 and 7.5, dissolved oxygen levels between 5.1 and 9.2 mg/L, and turbidity ranging from 31.3 to 82.2 NTU. Although most physicochemical parameters fell within the adopted reference standards, the microbiological analysis detected total coliforms and *E. coli* at all sampling points, indicating fecal contamination throughout the investigated stretch. These findings highlight the need for sanitation measures, the regulation of effluent discharge, and systematic water quality monitoring to ensure environmental protection and public health.

Keywords: Water quality; Microbiological contamination; Water resources.

Resumen

El río Mearim desempeña una función socioeconómica y ambiental importante en el municipio de Bacabal, Maranhão, al ser utilizado para diversas actividades humanas. Sin embargo, la ocupación urbana y el vertido de efluentes pueden comprometer la calidad de sus aguas. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas superficiales del río Mearim, en el tramo urbano de Bacabal (MA). Se analizaron muestras recolectadas en 25 puntos georreferenciados durante la temporada de estiaje, considerando parámetros fisicoquímicos y la presencia de coliformes totales y *Escherichia coli*. Los resultados indicaron valores de pH entre 6,8 y 7,5, oxígeno disuelto entre 5,1 y 9,2 mg/L y turbidez entre 31,3 y 82,2 NTU. Aunque la mayoría de los parámetros fisicoquímicos presentaron resultados compatibles con los valores de referencia adoptados, el análisis microbiológico detectó coliformes totales y *E. coli* en todos los puntos muestreados, lo que evidencia una contaminación de origen fecal a lo largo del tramo investigado. Los resultados señalan la necesidad de implementar acciones de saneamiento, controlar el vertido de efluentes y realizar un monitoreo sistemático de la calidad del agua, con el fin de proteger el medio ambiente y la salud pública.

Palabras clave: Calidad del agua; Contaminación microbiológica; Recursos hídricos.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 04/11/2026
Vol: 13.23
DOI: 10.66104/cfcv8f17
Pages: 1-17

1. Introdução

A água constitui um recurso natural indispensável à manutenção da vida, ao desenvolvimento socioeconômico e ao equilíbrio dos ecossistemas, sendo frequentemente denominada "solvente universal" devido à sua elevada capacidade de dissolver substâncias. Tal característica a torna essencial para uma série de processos biológicos e químicos que ocorrem nos seres vivos. A água desempenha papéis vitais, como o transporte de nutrientes e resíduos, além de contribuir para a regulação térmica nos organismos (Couto *et al*., 2024).

Como apontam os principais diagnósticos institucionais sobre governança hídrica (ANA, 2023; ONU, 2015), a disponibilidade de água de qualidade atua como motor do desenvolvimento econômico e do bem-estar social. Entretanto, o crescimento descontrolado das redes urbanas perpetua a degradação dos corpos d'água por meio da poluição orgânica e industrial. Este desequilíbrio afeta a integridade dos aquíferos e das águas superficiais, gerando um ciclo nocivo que impacta a sustentabilidade ambiental e vulnerabiliza a saúde humana.

O estado do Maranhão abriga importantes bacias hidrográficas que desempenham papel estratégico para o abastecimento público, a manutenção da biodiversidade e o desenvolvimento regional (CODEVASF, 2019).

A bacia hidrográfica do rio Mearim possui uma área de 99.058,68 km², correspondendo a 29,84% da área total do Estado, sendo a maior entre todas as bacias hidrográficas do Maranhão. O rio Mearim tem como principais afluentes os rios Pindaré e Grajaú. No município de Bacabal, constitui o principal corpo hídrico, desempenhando papel estratégico para o abastecimento público, por meio do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), além de atividades econômicas, turísticas e sociais.

Apesar da importância estratégica do rio Mearim para o abastecimento público e para os diversos usos múltiplos da água, ainda são escassos estudos que avaliem de forma integrada os parâmetros físico-químicos e microbiológicos ao longo do perímetro urbano de Bacabal, dificultando a identificação de áreas críticas e a proposição de medidas voltadas à gestão dos recursos hídricos. Nesse contexto, o

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 04/11/2026
Vol: 13.23
DOI: 10.66104/cfcv8f17
Pages: 1-17

monitoramento sistemático da qualidade da água constitui ferramenta essencial para subsidiar ações de planejamento, conservação ambiental e proteção da saúde pública.

A importância do tratamento da água é reconhecida, pois pode ser um veículo de contaminantes físicos, químicos e biológicos, levando a problemas de saúde, incluindo doenças gastrointestinais transmitidas por água contaminada (Somenzari *et al*., 2025). Logo, o presente estudo teve por finalidade avaliar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos das águas superficiais do rio Mearim na cidade de Bacabal - MA para a identificação dos possíveis impactos ambientais e riscos à saúde pública deste município.

2. Metodologia

2.1. Área de Estudo

Este estudo foi realizado no rio Mearim, principal curso d'água da Bacia Hidrográfica do Mearim, localizado no estado do Maranhão, Brasil. O rio possui elevada importância ambiental, econômica e social, sendo utilizado para abastecimento público, pesca, lazer, navegação, atividades agrícolas e demais usos múltiplos da água pelas populações ribeirinhas e urbanas.

A área investigada compreendeu o trecho do rio Mearim localizado no perímetro urbano do município de Bacabal (MA), situado na região Médio Mearim, aproximadamente nas coordenadas 4°13'30" S e 44°46'48" W. O município apresenta intenso processo de urbanização às margens do rio, concentrando diferentes fontes potenciais de impacto ambiental, como lançamento de efluentes domésticos, drenagem pluvial urbana, ocupação irregular das margens e supressão da vegetação ciliar.

Foram definidos 25 pontos amostrais distribuídos ao longo do trecho urbano do rio, contemplando áreas a montante do núcleo urbano, regiões centrais sob maior influência antrópica e trechos localizados a jusante, permitindo representar diferentes condições ambientais e níveis de interferência das atividades humanas

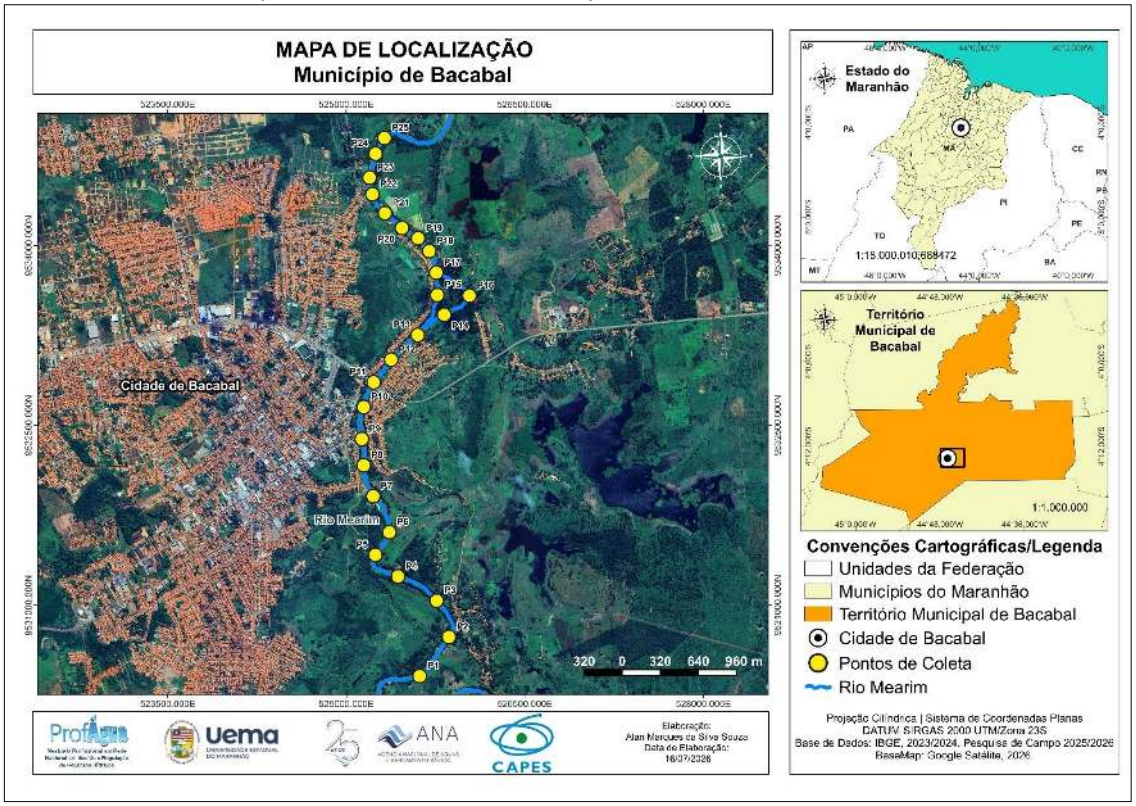
CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 04/11/2026
Vol: 13.23
DOI: 10.66104/cfcv8f17
Pages: 1-17

sobre a qualidade da água. A seleção dos pontos buscou abranger locais com distintas características hidrológicas e diferentes usos do solo, possibilitando uma avaliação espacial da qualidade das águas superficiais. A localização da área de estudo e a distribuição espacial dos pontos de amostragem são apresentadas na Figura 1.

Figura 1. Localização da área de estudo e distribuição dos 25 pontos de amostragem ao longo do rio Mearim, no perímetro urbano do município de Bacabal, Maranhão, Brasil.



Fonte: Autoria própria (2026).

As campanhas de amostragem foram realizadas durante o ano de 2025 e 2026, contemplando o período de estiagem.

2.2. Delineamento do estudo e coleta das amostras

O presente estudo, de natureza aplicada, tem abordagem quantitativa e delineamento observacional, desenvolvido com o objetivo de avaliar a qualidade físico-química e microbiológica das águas superficiais do rio Mearim no perímetro

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 04/11/2026
Vol: 13.23
DOI: 10.66104/cfcv8f17
Pages: 1-17

urbano do município de Bacabal, Maranhão.

As campanhas de amostragem foram realizadas durante o período de estiagem, contemplando 25 pontos distribuídos ao longo do trecho urbano do rio. Os pontos foram previamente georreferenciados e selecionados de forma a representar diferentes condições ambientais e níveis de influência antrópica, incluindo áreas de menor interferência, trechos urbanos, locais próximos ao lançamento de efluentes domésticos e regiões situadas a jusante da área urbana.

Por fim, convém mencionar que as amostras de água foram coletadas em recipientes devidamente higienizados, obedecendo aos procedimentos recomendados para monitoramento de águas superficiais. Após a coleta, as amostras destinadas às análises microbiológicas foram acondicionadas em caixas térmicas contendo gelo reciclável e encaminhadas ao laboratório para processamento dentro do período recomendado, preservando suas características originais.

2.3. Análises físico-químicas

As determinações físico-químicas foram realizadas por meio de medições em campo e análises laboratoriais. Os parâmetros temperatura da água, potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (OD) e sólidos totais dissolvidos (TDS) foram determinados utilizando medidor multiparamétrico portátil AKSO AK88V2, previamente calibrado conforme as recomendações do fabricante.

A turbidez foi determinada por meio de turbidímetro previamente calibrado conforme as recomendações do fabricante, sendo os resultados expressos em unidades nefelométricas de turbidez (NTU).

Além disso, ressalta-se que a transparência da água foi determinada utilizando disco de Secchi, enquanto os parâmetros alcalinidade, dureza total, dióxido de carbono dissolvido (CO_2 livre) e cloretos foram determinados por meio de kits colorimétricos específicos, seguindo as orientações técnicas dos fabricantes.

Os resultados obtidos foram comparados aos valores de referência estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, considerando o

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 04/11/2026
Vol: 13.23
DOI: 10.66104/cfcv8f17
Pages: 1-17

enquadramento das águas doces superficiais, além de outros documentos técnicos pertinentes à avaliação da qualidade da água.

2.4. Análises microbiológicas

A presença de coliformes totais indica a ocorrência de contaminação microbiológica e pode estar relacionada a diferentes condições ambientais. Por sua vez, a detecção de *Escherichia coli* constitui um indicador mais específico de contaminação fecal, embora não permita, isoladamente, identificar a origem humana ou animal dessa contaminação.

As amostras destinadas às análises microbiológicas foram coletadas em recipientes apropriados, previamente preparados conforme os procedimentos adotados no laboratório. Após a coleta, foram acondicionadas em caixas térmicas com gelo reciclável e transportadas ao laboratório para processamento. O intervalo entre a coleta e a análise foi inferior a 24 h, mantendo-se as condições de conservação estabelecidas para o ensaio.

As análises microbiológicas foram realizadas utilizando o kit COLItest®, baseado no método cromogênico e fluorogênico para detecção simultânea de coliformes totais e *Escherichia coli*. As amostras foram inoculadas conforme o protocolo do fabricante e incubadas em estufa bacteriológica à temperatura entre 35 °C e 37 °C durante 24 horas. Após o período de incubação, a presença de coliformes totais foi determinada pela alteração de coloração do meio de cultura, enquanto a presença de *Escherichia coli* foi confirmada pela emissão de fluorescência quando exposta à luz ultravioleta, conforme as especificações do método.

Os resultados microbiológicos foram interpretados considerando os critérios estabelecidos na legislação brasileira vigente e utilizados como indicadores do potencial risco sanitário associado aos diferentes pontos monitorados.

2.5. Análise dos Dados

Os dados obtidos foram organizados em planilhas eletrônicas e submetidos à

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 04/11/2026
Vol: 13.23
DOI: 10.66104/cfcv8f17
Pages: 1-17

análise estatística descritiva, considerando os valores mínimos, máximos e a distribuição dos parâmetros físico-químicos entre os pontos amostrais. Para avaliar a associação entre turbidez e transparência, foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson, considerando-se o nível de significância de 5% ($p < 0,05$). A análise foi realizada com base nos valores registrados para os pontos amostrais, sendo sua interpretação limitada ao caráter exploratório da relação entre as variáveis.

3. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos foram comparados aos padrões estabelecidos para águas doces de Classe II pela Resolução CONAMA nº 357/2005, considerando que esse enquadramento representa a condição mais compatível com os usos predominantes do rio Mearim no trecho estudado (CONAMA, 2005).

A análise microbiológica da água sinaliza a presença de bactérias do grupo coliforme nas amostras, sendo isso um fator proveniente de contaminação por origem fecal na água. As bactérias desse grupo podem ser dos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella e Enterobacter* (coliformes totais) sendo também observada especificamente a presença de *Escherichia coli* como uma bactéria contaminante visto que sua presença indica uma água imprópria para o consumo (FUNASA, 2013).

A análise microbiológica das amostras do Rio Mearim, em Bacabal-MA, durante o período de estiagem, indicou presença de coliformes totais e *Escherichia coli* em todos os 25 pontos, evidenciando contaminação microbiológica disseminada no trecho investigado mesmo em condições de menor aporte hídrico. Esse padrão é semelhante ao observado por Gonçalves e colaboradores (2023) no Rio Grajaú-MA. Sousa e colaboradores (2016) e Costa e colaboradores (2016) em rios do Maranhão também relataram predominância de coliformes totais e *Escherichia coli* em trechos impactados por atividades humanas.

Os parâmetros físico-químicos são indicadores fundamentais da qualidade da água, pois permitem identificar alterações associadas tanto a processos naturais quanto às atividades antrópicas. Sua avaliação possibilita verificar as condições do ambiente aquático, identificar possíveis impactos ambientais e analisar a adequação

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 04/11/2026
Vol: 13.23
DOI: 10.66104/cfcv8f17
Pages: 1-17

da água aos padrões estabelecidos pela legislação ambiental e sanitária, contribuindo para a identificação de potenciais riscos aos ecossistemas aquáticos e à saúde humana (Oliveira; Cunha, 2014).

As amostras foram coletadas durante o período de estiagem, entre setembro de 2025 e janeiro de 2026, abrangendo 25 pontos distribuídos ao longo do perímetro urbano do rio Mearim. Os resultados apresentados na Tabela 1 correspondem a média dos valores. Foram realizadas 03 campanhas, totalizando 09 amostras analisadas em cada ponto.

Tabela 1 - Análises físico-químicas das amostras do Rio Mearim, Bacabal/MA.

Amostra	Alcalinidade total/ mg/L VMP (-)	Dureza total/ mg/L VMP (300)	Cloretos mg/L VMP (250)	Gás Carbônico/ mg/L VMP (-)	TDS mg/L VMP (500)	Oxigênio dissolvido/ mg/L VMP (5,0)	Turbidez NTU VMP (100)	Transparência/ cm VMP (-)	pH VMP (6-9)	Temperatura (ºC)
P1	20	64	0,90	4,3	57,9	9,0	60,2	45	6,8	29,4
P2	28	80	1,90	1,0	56,4	8,8	31,3	50	7,1	29,7
P3	26	86	0,89	5,6	57,3	8,7	44,4	40	7,1	29,9
P4	50	110	1,89	1,6	56,4	8,9	62,7	41	7,5	30,3
P5	36	105	0,99	2,3	57,90	8,8	47,0	35	7,4	30,3
P6	28	66	0,89	2,0	57,6	8,9	82,2	45	7,3	30,1
P7	32	98	0,99	3,0	82,3	9,2	52,3	43	7,3	30,1
P8	35	80	0,85	5,5	55,3	7,9	62,1	48	7,1	29,5
P9	25	65	0,80	2,5	56,6	7,5	61,2	44	7,1	28,2
P10	26	65	1,00	4,5	57,8	6,2	63,1	48	7,1	28,0
P11	28	64	0,90	3,0	57,8	5,1	62,0	47	7,0	27,5
P12	32	60	0,99	5,5	57,9	7,0	60,0	44	7,0	28,0
P13	35	65	1,85	5,5	55,2	6,2	59,0	44	7,0	29,2
P14	20	70	1,85	2,2	54,9	8,1	62,1	47	7,5	28,0
P15	28	75	0,98	2,3	55,3	7,8	62,3	45	7,5	28,0
P16	35	60	0,98	1,5	56,4	7,5	59,1	44	6,8	27,5
P17	32	60	1,70	1,8	58,5	6,2	60,3	42	7,5	26,0
P18	25	80	1,69	3,4	54,6	7,1	57,5	41	7,0	29,0
P19	27	80	0,99	4,3	57,2	8,1	56,2	41	7,0	29,5
P20	35	70	0,89	2,6	56,3	7,8	60,1	42	6,8	26,9
P21	27	75	0,89	4,3	51,2	7,9	55,0	40	7,1	27,0
P22	26	75	0,99	1,6	54,3	8,1	60,3	48	6,8	27,0
P23	35	70	0,89	1,6	53,2	8,3	60,1	48	7,4	29,2
P24	27	60	0,99	2,2	55,4	7,9	65,2	49	7,3	29,5
P25	26	60	0,89	2,5	56,2	8,0	59,3	47	6,8	30,5

Nota: Os valores de referência foram utilizados considerando os respectivos contextos de aplicação: a Resolução CONAMA nº 357/2005, para avaliação da qualidade de águas superficiais, e a Portaria GM/MS nº 888/2021, quando pertinente à contextualização de parâmetros relacionados à potabilidade da água. As comparações não representam avaliação de potabilidade das águas superficiais analisadas.

Fonte: Autoria própria (2026).

A avaliação dos parâmetros físico-químicos das águas superficiais do rio Mearim evidenciou diferentes comportamentos ao longo dos 25 pontos amostrais, indicando a influência de processos naturais e de possíveis interferências antrópicas

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 04/11/2026
Vol: 13.23
DOI: 10.66104/cfcv8f17
Pages: 1-17

sobre as características do corpo hídrico. Embora alguns parâmetros tenham apresentado relativa uniformidade, outros demonstraram variações espaciais importantes, especialmente a turbidez, a dureza total e o oxigênio dissolvido, reforçando a necessidade de uma análise integrada da qualidade da água.

Os valores de pH variaram entre 6,8 e 7,5, mantendo-se dentro da faixa estabelecida pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas doces de Classe II. Essa condição indica predominância de características próximas à neutralidade, sugerindo relativa estabilidade desse parâmetro ao longo do trecho monitorado. Tal comportamento pode estar relacionado à capacidade tamponante do sistema carbonato, especialmente pela presença de bicarbonatos e carbonatos, associada aos processos de mistura e diluição da água. A alcalinidade total, que apresentou concentrações entre 20 e 50 mg/L, também contribui para essa interpretação, uma vez que representa a capacidade da água de neutralizar ácidos e resistir a alterações expressivas de pH.

Em relação ao oxigênio dissolvido (OD), foram observadas concentrações entre 5,1 e 9,2 mg/L, com todos os resultados atendendo ao valor mínimo de 5,0 mg/L estabelecido para águas doces de Classe II. Entretanto, a distribuição dos valores demonstra diferenças entre os pontos amostrais (Figura 2), destacando-se P11, que apresentou a menor concentração (5,1 mg/L), muito próxima ao limite estabelecido pela legislação.

Essa condição merece atenção, considerando que a redução do oxigênio dissolvido pode estar associada ao consumo de oxigênio durante a decomposição da matéria orgânica e à atividade microbiológica. Nesse contexto, a proximidade de áreas urbanizadas e o possível lançamento de efluentes domésticos constituem fatores que devem ser investigados como potenciais fontes de alteração da qualidade da água. Por outro lado, os maiores valores observados podem estar relacionados à reaeração atmosférica e à atividade fotossintética dos organismos aquáticos.

A turbidez apresentou uma das maiores variações entre os parâmetros avaliados, com valores entre 31,3 NTU, no ponto P2, e 82,2 NTU, no ponto P6. Considerando o valor de referência de 100 NTU adotado na Tabela 1, todos os

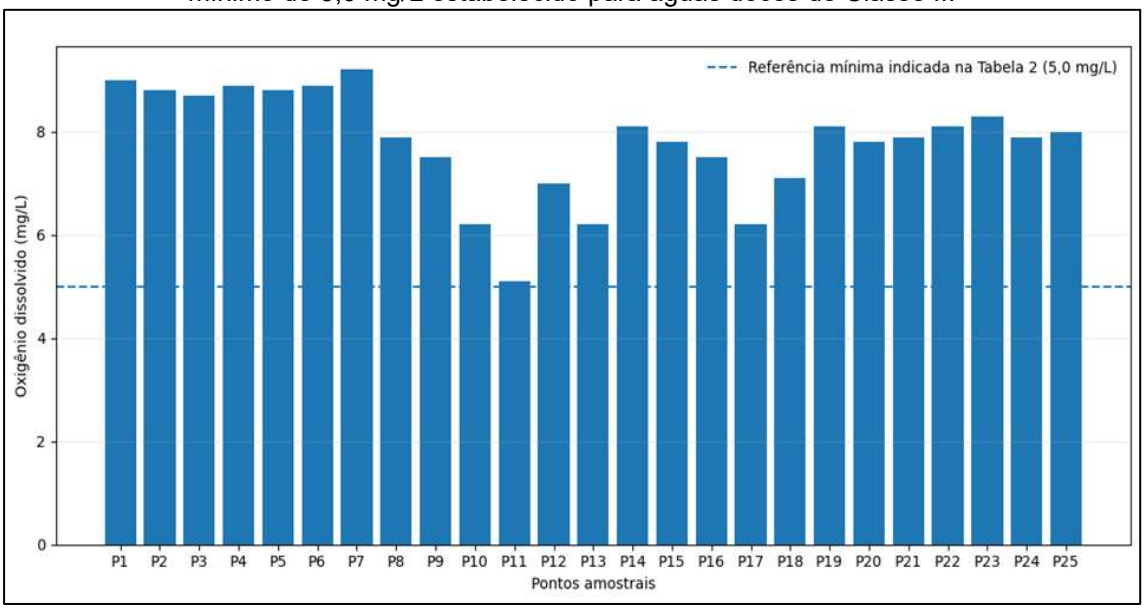
CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 04/11/2026
Vol: 13.23
DOI: 10.66104/cfcv8f17
Pages: 1-17

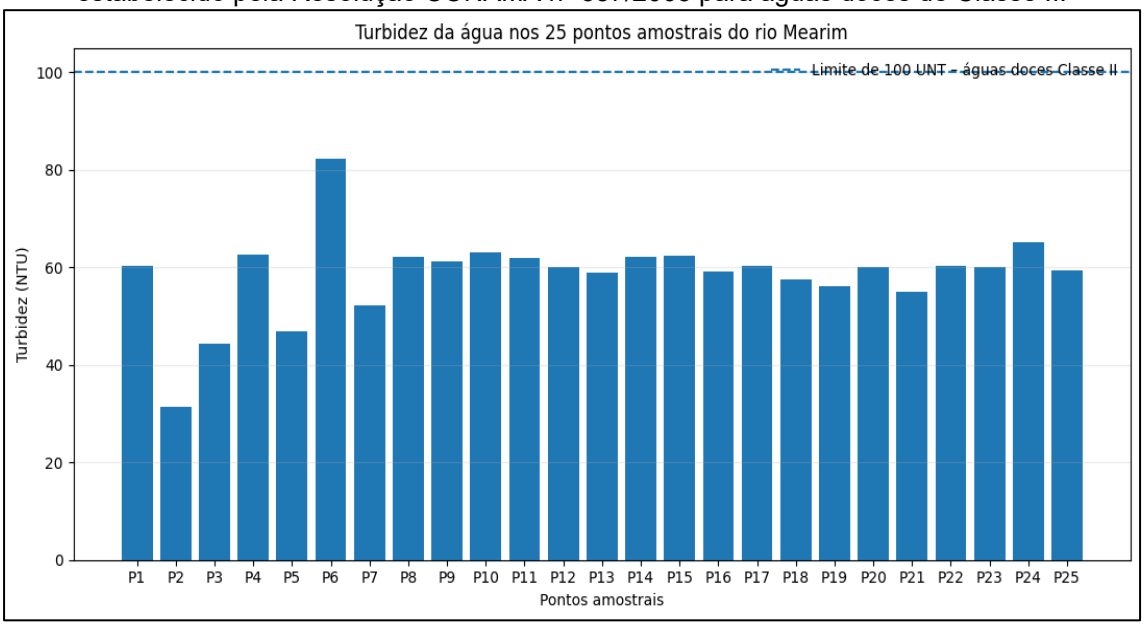
pontos apresentaram resultados inferiores a esse limite (Figura 3).

Figura 2 – Distribuição das concentrações de oxigênio dissolvido nos 25 pontos de amostragem do rio Mearim, no perímetro urbano de Bacabal, Maranhão. A linha tracejada representa o limite mínimo de 5,0 mg/L estabelecido para águas doces de Classe II.



Fonte: Autoria própria (2026).

Figura 3 – Distribuição dos valores de turbidez nos 25 pontos de amostragem do rio Mearim, no perímetro urbano de Bacabal, Maranhão. A linha tracejada representa o limite de 100 NTU estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas doces de Classe II.



Fonte: Autoria própria (2026).

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 04/11/2026
Vol: 13.23
DOI: 10.66104/cfcv8f17
Pages: 1-17

Essa distribuição evidencia a presença de partículas em suspensão ao longo do trecho estudado. A turbidez pode estar relacionada ao carreamento de sedimentos pelo escoamento superficial, à erosão das margens, à ressuspensão de materiais depositados no leito e ao aporte de matéria orgânica e resíduos provenientes das áreas urbanizadas. O ponto P6 merece destaque por apresentar a maior concentração, indicando uma possível condição localizada de maior aporte de materiais particulados. Entretanto, a identificação da origem desses materiais depende de investigações complementares, especialmente da caracterização do entorno e das condições de drenagem dos locais amostrados.

A transparência da água apresentou variação entre 35 e 50 cm, enquanto a turbidez também demonstrou variação entre os pontos amostrais. Embora essas variáveis estejam conceitualmente relacionadas às propriedades ópticas da água, a análise de correlação de Pearson não identificou associação linear estatisticamente significativa entre elas na amostragem realizada. Dessa forma, os resultados não permitem estabelecer uma relação estatística consistente entre os parâmetros avaliados.

A Figura 4 apresenta a relação entre os resultados das variáveis transparência e turbidez, utilizando cada ponto amostral como uma observação independente. O resultado da correlação de Pearson apresenta um coeficiente de correlação (r) de 0,187 com valor de p de 0,372 para as 25 observações. Este resultado indica uma correlação positiva muito fraca, sem significância estatística. Portanto, não foi identificada associação linear significativa entre turbidez e transparência nesta amostragem. Esse resultado é interessante porque demonstra que, embora os parâmetros estejam relacionados conceitualmente aos processos ópticos da água, os dados deste estudo não evidenciaram uma relação linear consistente.

Quanto à dureza total, foram registradas concentrações entre 60 e 110 mg/L, com maior valor no ponto P4 e menores concentrações nos pontos P11, P12, P16, P17, P24 e P25. Embora os resultados estejam abaixo do valor de referência de 300 mg/L apresentado na tabela, a variação entre os pontos indica diferenças na composição mineral da água. Esse comportamento pode estar associado à interação da água com os solos e materiais geológicos da bacia hidrográfica, especialmente

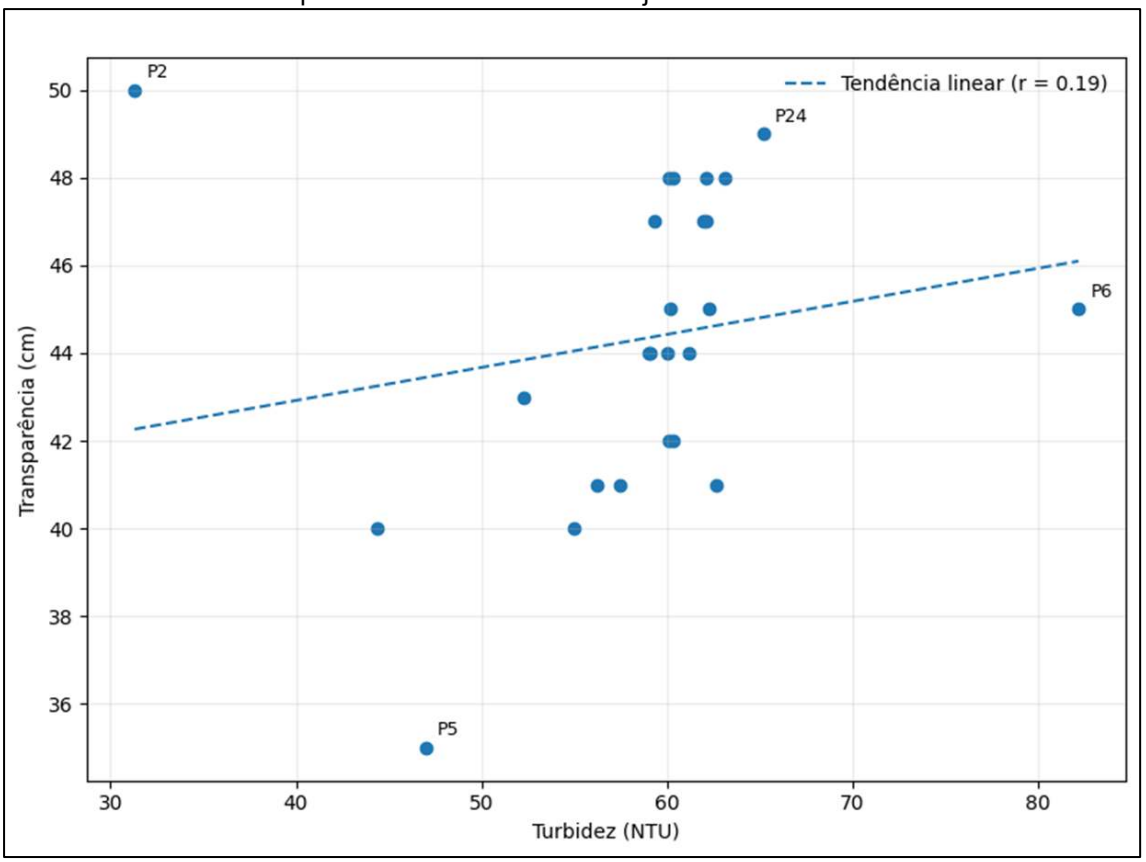
CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 04/11/2026
Vol: 13.23
DOI: 10.66104/cfcv8f17
Pages: 1-17

pela dissolução de minerais contendo cálcio e magnésio. A contribuição de fontes difusas e de atividades desenvolvidas no entorno também pode influenciar a composição química do corpo hídrico, embora essa relação necessite de investigações específicas para sua confirmação.

Figura 4 - Relação entre os valores de turbidez e transparência da água nos 25 pontos de amostragem do rio Mearim, no perímetro urbano de Bacabal, Maranhão. A linha tracejada representa a tendência linear ajustada aos dados.



Fonte: Autoria própria (2026).

As concentrações de cloretos apresentaram pequena variação, oscilando entre 0,80 e 1,90 mg/L, enquanto os sólidos totais dissolvidos (TDS) permaneceram entre 51,2 e 82,3 mg/L. Esses resultados indicam baixa concentração de sais e materiais dissolvidos nas amostras analisadas. A relativa uniformidade dos cloretos sugere ausência de variações expressivas desse constituinte ao longo do trecho monitorado. Entretanto, esses resultados devem ser interpretados em conjunto com os demais indicadores, uma vez que concentrações reduzidas de sais dissolvidos não representam, isoladamente, garantia de boa qualidade ambiental ou ausência

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 04/11/2026
Vol: 13.23
DOI: 10.66104/cfcv8f17
Pages: 1-17

de contaminação microbiológica.

O dióxido de carbono livre apresentou concentrações entre 1,0 e 5,6 mg/L, evidenciando variação entre os pontos amostrais. Essa variação pode estar relacionada ao equilíbrio entre os processos de respiração, decomposição da matéria orgânica, fotossíntese e trocas gasosas com a atmosfera. A presença de matéria orgânica biodegradável pode favorecer a produção de CO_2 durante sua decomposição, enquanto a atividade fotossintética tende a promover seu consumo. Assim, a distribuição desse parâmetro pode fornecer informações complementares sobre a dinâmica biogeoquímica do ambiente aquático, especialmente quando interpretada conjuntamente com o pH e a alcalinidade.

A temperatura da água variou entre 26,0 e 30,5 °C, refletindo as condições climáticas características da região e possíveis diferenças locais de exposição à radiação solar, profundidade e circulação da água. Esse parâmetro possui importância ambiental por influenciar a solubilidade dos gases na água, especialmente do oxigênio dissolvido, além de interferir nas taxas de reações químicas e processos biológicos. Portanto, sua avaliação conjunta com o oxigênio dissolvido é importante para compreender as condições ambientais do rio durante o período de estiagem.

Os resultados observados são consistentes com estudos realizados em outros corpos hídricos brasileiros, que também relacionam alterações na turbidez e em outros parâmetros físico-químicos à influência das atividades antrópicas e ao uso e ocupação do solo (Zerwes *et al*., 2015; Pereira *et al*., 2010; Buzelli; Cunha-Santino, 2013; Tsega *et al*., 2013).

De maneira integrada, os resultados demonstram que, embora parâmetros como pH, alcalinidade, cloretos, dureza e sólidos totais dissolvidos apresentem valores relativamente baixos ou compatíveis com os referenciais adotados. A turbidez apresentou variação entre os pontos amostrais, com valores inferiores ao limite de referência adotado. Apesar disso, a distribuição espacial dos resultados evidencia diferenças nas características ópticas da água ao longo do trecho investigado, cuja origem não pode ser determinada exclusivamente pelos parâmetros analisados. Esses resultados, associados à detecção de coliformes

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 04/11/2026
Vol: 13.23
DOI: 10.66104/cfcv8f17
Pages: 1-17

totais e *Escherichia coli* em todos os pontos amostrais, reforçam a existência de pressões ambientais sobre o rio Mearim, particularmente no trecho urbano de Bacabal.

4. Conclusão

Os resultados demonstraram que as águas superficiais do rio Mearim, no trecho urbano do município de Bacabal (MA), apresentaram variações nas características físico-químicas ao longo dos 25 pontos amostrais durante o período de estiagem. Embora parâmetros como pH, oxigênio dissolvido, cloretos e sólidos totais dissolvidos tenham apresentado resultados compatíveis com os respectivos valores de referência adotados, a variação da turbidez evidencia diferenças nas condições ambientais entre os locais avaliados.

A detecção de coliformes totais e de *Escherichia coli* nas amostras dos 25 pontos investigados evidencia a ocorrência de contaminação microbiológica nas águas superficiais do trecho urbano do rio Mearim. A identificação de *E. coli* constitui um indicativo de contaminação de origem fecal, reforçando a necessidade de atenção às condições sanitárias do corpo hídrico. Entretanto, considerando o caráter qualitativo do ensaio, os resultados não permitem determinar a concentração dos microrganismos, quantificar o risco à saúde humana ou identificar especificamente as fontes responsáveis pela contaminação. Ressalta-se, ainda, que as análises foram realizadas em águas superficiais do rio, não abrangendo a água tratada e distribuída para consumo humano.

Os resultados reforçam a importância do monitoramento contínuo do rio Mearim, especialmente em trechos urbanos sujeitos a diferentes pressões antrópicas. Recomenda-se a realização de novas campanhas em diferentes períodos hidrológicos, associadas a análises microbiológicas quantitativas e à investigação das possíveis fontes de contaminação, visando ampliar o conhecimento sobre a qualidade ambiental do corpo hídrico e subsidiar ações de gestão e conservação dos recursos hídricos.

Assim, o estudo fornece informações relevantes para o diagnóstico das

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 04/11/2026
Vol: 13.23
DOI: 10.66104/cfcv8f17
Pages: 1-17

condições ambientais do rio Mearim e pode subsidiar estratégias de gestão dos recursos hídricos, planejamento de políticas públicas e ações voltadas à proteção dos ecossistemas aquáticos e da saúde da população de Bacabal.

Referências

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2023**: relatório pleno. Brasília, DF: ANA, 2023. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos. Acesso em: 3 nov. 2026.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 mar. 2005.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 4. ed. Brasília, DF: Fundação Nacional de Saúde, 2013.

BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 186-205, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.4136/ambi-agua.930. Acesso em: 03 nov. 2026.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA (CODEVASF). **Plano Nascente Itapecuru**: plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia hidrográfica do rio Itapecuru. Organizadores: Leila Lopes Mota Alves Porto, Eduardo Jorge de Oliveira Motta, Camilo Cavalcante de Souza. Brasília: Codevasf, 2019. Disponível em: https://www.gov.br/codevasf/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/planos/plano-nascente-itapecuru-plano-de-preservacao-e-recuperacao-de-nascentes-da-bacia-do-rio-itapecuru.pdf/@@display-file/file. Acesso em: 3 nov. 2026.

COSTA, Claudehany Farias *et al*. Análise microbiológica da água do Rio Itapecuru em Caxias-MA, Brasil. **Revista Interface (Porto Nacional)**, v. 10, p. 274-283, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.20873/interface.v0i10.1810. Acesso em: 3 nov. 2026.

COUTO, Ester dos Santos *et al*. Análise microbiológica e físico-química da água potável dos bebedouros de uma instituição de ensino do Espírito Santo. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 16, n. 13, p. 1-22, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.55905/cuadv16n13-024. Acesso em: 03 nov. 2026.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 04/11/2026
Vol: 13.23
DOI: 10.66104/cfcv8f17
Pages: 1-17

GONÇALVES, Maria Aparecida Barros de Faria *et al*. Análise superficial da qualidade da água do rio Grajaú. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 6, p. e1712642560, 2023. Disponível em: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i7.42560. Acesso em: 3 nov. 2026.

OLIVEIRA, B. S. S.; CUNHA, A. C. Correlação entre qualidade da água e variabilidade da precipitação no sul do Estado do Amapá. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 9, n. 2, p. 261-275, abr./jun. 2014. Disponível em: https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1287. Acesso em: 03 nov. 2026.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Transformando nosso mundo**: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: https://sdgs.un.org/2030agenda. Acesso em: 3 nov. 2026.

SOMENZARI, Nicholas *et al.* Análises microbiológicas da água de bebedouros e da torneira em uma escola pública de Ji-Paraná, RO: um relato de experiência. **Revista Amazônica de Ciências Médicas e Saúde** (RACMS), v.1, n.1, p. 36-42, 2025. Disponível em: https://share.google/LONzIudglDHyJaivt. Acesso em: 03 nov. 2026.

SOUSA, Santana da Silva *et al*. Análise físico-química e microbiológica da água do rio Grajaú, na cidade de Grajaú-MA. **Ciência e Natura**, v. 38, n.3, p. 1615-1625, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.5902/2179460X23341. Acesso em: 03 nov. 2026.

TSEGA, Nuhamin. *et al*. Bacteriological and physico-chemical quality of drinking water sources in a rural community of Ethiopia. **Afr Health Sci**. v. 13, n. 4, p. 1156-61, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.4314/ahs.v13i4.42. Acesso em: 03 nov. 2026.

ZERWES, Cristian Mateus *et al*. Análise da qualidade da água de poços artesianos do município de Imigrante, Vale do Taquari/RS. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 37, n. 3, p. 651-663, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.5902/2179460X17385. Acesso em: 03 nov. 2026.

CC BY