

SAÚDE E AMBIENTE

V.9 • N.3 • 2024 - Fluxo Contínuo

ISSN Digital: 2316-3798

ISSN Impresso: 2316-3313

DOI: 10.17564/2316-3798.2024v9n3p53-67



QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE NASCENTES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CORURIFE, ALAGOAS-BRASIL

PHYSICAL-CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL QUALITY OF THE WATER FROM THE SPROUTS OF THE HYDROGRAPHIC BASIN OF THE CORURIFE RIVER, ALAGOAS-BRASIL

CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE LOS MANANTIALES DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RIO CORURIFE, ALAGOAS-BRASIL

Luzenilton Morais de Brito1
Elane Cristina Lourenço dos Santos2
Amanda Lys dos Santos Silva3
Ana Maria Queijeiro López4
Antonio Carlos Coelho da Silva5
Joabe Gomes de Melo6*

RESUMO

A crescente interferência humana nas bacias hidrográficas, marcada pela ausência de matas ciliares e pela erosão das margens dos rios, ressalta a urgente necessidade de vigilância e implementação de medidas de preservação ambiental. Por isso, é fundamental que tais regiões sejam monitoradas para se dispor de um levantamento integrado que permita a manutenção de sua qualidade. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade das águas das nascentes da bacia hidrográfica do rio Coruripe, no litoral sul de Alagoas, Brasil. Para isso, foram avaliados os seguintes parâmetros: aspecto, gosto, odor, cor verdadeira, temperatura, pH, alcalinidade, dureza total, turbidez, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, demanda bioquímica de oxigênio, fosfatos totais, nitritos totais, nitratos totais, sulfatos totais, cloretos totais, ferro total e coliformes (totais e termotolerantes). Ao comparar os resultados obtidos com as referências padrão de qualidade preconizadas na resolução do Ministério do Meio Ambiente (CONAMA) 357/2005 e/ou na portaria do Ministério da Saúde 2.914/2011, verificou-se que, exceto para o pH, os parâmetros físico-químicos de todas as amostragens apresentaram valores compatíveis com os limites estabelecidos para classe 2 de águas doces. Apenas as amostras das Nascentes da Encosta do Damião e da Fazenda Riacho Seco não apresentaram coliformes totais. Nas demais, positivas para bactérias do grupo coliformes, não foram detectados coliformes termotolerantes, que são os relacionados a contaminação fecal. O cálculo do índice de qualidade de águas permitiu classificá-las como de qualidade boa (6 amostras) e razoável (4 amostras), apesar da possível ação antrópica, concluindo-se que as nascentes atenderam aos padrões de potabilidade da legislação brasileira. Portanto, o manejo adequado é muito importante, assim como ações

mitigadoras para áreas já impactadas da bacia hidrográfica, incluindo políticas municipais que visem à preservação e aumento do fluxo dos cursos d'água.

PALAVRAS-CHAVE

Monitoramento Ambiental. Nascentes. Potabilidade da Água. Qualidade da Água.

ABSTRACT

Watersheds have been suffering increasing environmental degradation, such as lack of riparian vegetation and erosion of riverbanks. It is fundamental that such regions be monitored to have an integrated survey that allows the maintenance of its quality. This work aimed to evaluate the water quality of the springs of the Coruripe river basin, on the south coast of Alagoas, Brazil. For water analysis, the following parameters were evaluated: appearance, taste, odor, true color, temperature, pH, alkalinity, total hardness, turbidity, electrical conductivity, total dissolved solids, biochemical oxygen demand, total phosphates, total nitrites, total nitrates, total sulfates, total chlorides, total iron and coliforms (total and thermotolerant). When comparing the results obtained with the standard references of quality recommended in the resolution of the Brazilian Ministry of the Environment (CONAMA) 357/2005 and/or in the ordinance of the Brazilian Ministry of Health 2914/2011, it was verified that, except for the pH, the physical and chemical parameters of all samplings showed values compatible with the limits established for class 2 fresh waters. Most samples showed bacteria from the coliform group, but none of them showed thermotolerant coliforms, which are related to fecal contamination. The calculation of the water quality index allowed classifying them as of good and reasonable quality, concluding that the springs met the potability standards of the Brazilian legislation. Therefore, proper management is very important, as well as mitigating actions for already impacted areas of the watershed, including municipal policies that seek to preserve and increase the flow of watercourses.

KEYWORDS

Environmental monitoring; springs; water potability; water quality.

RESUMEN

Las cuencas hidrográficas han sufrido una degradación ambiental cada vez mayor, como la falta de vegetación ribereña y la erosión de las riberas de los ríos. Es fundamental que dichas regiones sean

monitoreadas para tener una encuesta integrada que permita el mantenimiento de su calidad. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua de los manantiales de la cuenca del río Coruripe, en la costa sur de Alagoas, Brasil. Para el análisis del agua se evaluaron los siguientes parámetros: apariencia, sabor, olor, color verdadero, temperatura, pH, alcalinidad, dureza total, turbidez, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, demanda bioquímica de oxígeno, fosfatos totales, nitritos totales, nitratos totales, sulfatos totales, cloruros totales, hierro total y coliformes (totales y termotolerantes). Al comparar los resultados obtenidos con las referencias estándar de calidad recomendadas en la resolución del Ministerio del Ambiente (CONAMA) 357/2005 y/o en la ordenanza del Ministerio de Salud 2914/2011, se verificó que, a excepción del pH, los parámetros físicos y químicos de todos los muestreos tuvieron valores compatibles con los límites establecidos para aguas dulces de clase 2. La mayoría de las muestras tenían bacterias del grupo de los coliformes, pero ninguna mostró coliformes termotolerantes, que están relacionados con la contaminación fecal. El cálculo del índice de calidad del agua permitió clasificarlas como de buena y razonable calidad, concluyendo que los manantiales cumplían con los estándares de potabilidad de la legislación brasileña. Por lo tanto, es muy importante un manejo adecuado, así como acciones mitigadoras para áreas de la cuenca ya impactadas, incluyendo políticas municipales que busquen preservar y aumentar el caudal de los cursos de agua.

PALABRAS CLAVE

Monitoreo ambiental; Manantiales; Potabilidad del Agua; Calidad del Agua.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil detém cerca de 12% das reservas de água doce do planeta, e algumas das maiores bacias hidrográficas do mundo (as bacias hidrográficas dos rios Amazonas, Paraná e São Francisco). A vazão média anual de água chegou a $180\ 000\ \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ na primeira década do século XXI, sendo que as retiradas de água vem aumentando acentuadamente tanto com a densidade demográfica quanto com o desenvolvimento econômico (ANA, 2014). Além disso, a água doce está sujeita a alterações de ordem sanitária, principalmente em áreas urbanizadas onde o crescimento populacional ocorreu de forma desordenada, gerando problemas de ordem social e ambiental (CURADO *et al.*, 2018).

Portanto, a demanda por água tratada também tem aumentado, sendo qualidade e quantidade dois indicadores fundamentais para a saúde e desenvolvimento da sociedade. As principais unidades de planejamento e modelo de gestão dos recursos hídricos são as bacias hidrográficas, já que a partir delas é possível elaborar planejamentos territoriais que evitem ou minimizem tanto os problemas sociais (decorrentes de enchentes e deslizamentos, por exemplo), quanto os ambientais (desmatamentos, poluição, aterros das nascentes).

Por outro lado, o monitoramento é um dos melhores instrumentos para uma política de planejamento e gestão de recursos hídricos, agindo como ferramenta de acompanhamento do processo

e subsidiando ações de controle ambiental (ALMEIDA *et al.*, 2017). A qualidade da água nos corpos hídricos é avaliada conforme a bacia hidrográfica (TUCCI, 1993) e por parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, os quais estão preconizados na resolução do Ministério do Meio Ambiente (MMA) CONAMA 357/2005 e a portaria do Ministério da Saúde (MS) 2.914/2011.

A bacia hidrográfica Coruripe (Coruripe-AL) tem extensão de cerca de 140 km e largura variando entre 6 e 30 km. Seu curso d'água principal é o rio Coruripe, e também se compõe por diversos afluentes de pequeno porte, a maioria intermitentes. Por estar inserida num território que apresenta divergentes características climáticas e geológicas, a vertente dessa bacia requer mais estudos e restauração, favorecendo o bem-estar ambiental e social. Segundo Duarte e Lopes (2021), devido à estiagem dos últimos anos, houve perda arbórea, assoreamento e desgaste dos solos em muitos trechos da bacia hidrográfica Coruripe. Santos *et al.* (2016) destacam a importância do diagnóstico do nível de degradação ambiental da mesma, e que ações de conservação e proteção das matas sejam implementadas dentro da bacia.

Diante disso, este trabalho visou estudar a qualidade da água da bacia do Rio Coruripe por meio de parâmetros físico-químicos e microbiológicos, e determinar seu índice de qualidade (IQA), a fim de se obter resultados úteis à proposição de medidas que preservem e melhorem a qualidade ambiental da referida bacia.

2 METODOLOGIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada no Estado de Alagoas, na região da bacia hidrográfica do rio Coruripe, especificamente na área compreendida entre os municípios de Teotônio Vilela e Coruripe entre os pares de coordenadas 8894151.676 N / 792934.422 E e 8878845.093 N / 804183.644 E (Figura 1), onde a vegetação nativa é de domínio Atlântico, classificada como Floresta Ombrófila Aberta.

2.2 AMOSTRAGEM

Dez pontos de coleta de amostras de água foram escolhidos conforme o grau de preservação das nascentes, isto é, bom, ótimo, razoável e ruim (GOMES *et al.*, 2015). Conforme a Figura 1 (A, B, C e D) os pontos incluídos na pesquisa foram: 1 nascente classificada como ruim (ID_6 Nascente da Fazenda Gravatá de Baixo- Piscina Cachoeira); 1 razoável (ID_7 Nascente da Fazenda Gravatá de Baixo, Lavagem de roupa); 1 ótimo (ID_14 Nascente da Fazenda Riacho Seco, Barragem Francisco Alves); e 7 com grau bom de preservação (ID_1 Fazenda da Olho D'água, Captação; ID_2 Fazenda da Olho D'água, Tubulação; ID_3 Fazenda da Olho D'água, Cerca/Captação; ID_8 Nascente da Encosta do Damião; ID_9 Nascente Sede Poção, Piscina do Poção; ID_10 Nascente da Encosta do Genipapo, Bica de abastecimento; ID_13 Nascente da Encosta do Gravatá, Captação).

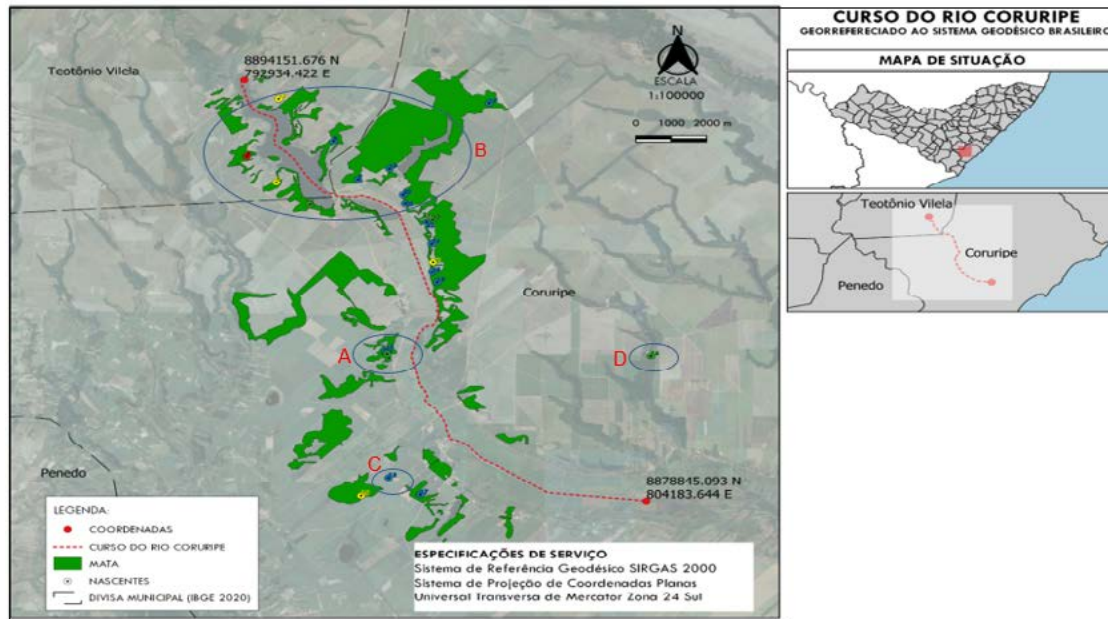
As amostras foram coletadas nos meses de dezembro de 2021 e janeiro de 2022, em garrafas de borosilicato (1L) esterilizadas, acondicionadas em caixa de isopor e transportadas imediatamente para análises no Laboratório de Bioquímica do Parasitismo e Microbiologia Ambiental, da Universidade Federal de Alagoas (LBPMA/UFAL).

2.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Para obtenção *in situ* de dados de pH, temperatura, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido, foi utilizado medidor óptico com eletrodos específicos (Instrutherm, modelo MO-880). A turbidez foi avaliada com o uso de um turbidímetro PoliControl, modelo AP2000. As demais análises físico-químicas e organolépticas– aspecto, gosto, odor, cor verdadeira, alcalinidade, dureza total, sólidos totais dissolvidos, fosfatos totais, nitritos totais, nitratos totais, sulfatos totais, cloretos totais, ferro total e demanda bioquímica de oxigênio- DBO_5), se guiaram pelos protocolos do manual *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2017) e foram realizadas em laboratório.

Todos os resultados das análises organolépticas, físicas e químicas foram comparados com as condições de águas de classe 2 pela resolução MMA-CONAMA Nº357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, e pela portaria GM/MS nº 888/2021, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2005; 2021).

Figura 1(A, B, C e D) – Localização dos pontos de coleta das amostras de água na Bacia Hidrográfica do Rio Coruripe com as nascentes identificadas por cores de acordo com seu grau de preservação: bom (nascentes 1, 2, 3 em A; 8, 9, 10 em B e 13 em C); ótimo (nascente 14 em D); ruim e razoável (nascentes 6, 7 em B respectivamente). As amostras foram submetidas a análises físico-químicas e microbiológicas.



Fonte: Setor de Topografia – Usina Coruripe, 2021 (Elaboração/Reponsável Técnico: Santos, J. D. e Tavares, D.M.T.)

2.4 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Para a análise microbiológica das águas foi utilizada a técnica dos tubos múltiplos, empregando-se o caldo Lauril Sulfato Triptose para a realização da prova presuntiva, com incubação a 35°C por 48 h. Os tubos considerados positivos foram semeados em caldo verde brilhante 2% e EC (*Escherichia coli*), e incubados respectivamente a 35°C por 48 h e a 44°C por 24 h. A obtenção do Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e fecais foi realizada utilizando-se a tabela com série de três tubos (MACEDO, 2003). Os resultados obtidos foram comparados com os padrões de águas para consumo humano/ potabilidade preconizados na mesma legislação utilizada para os parâmetros físico-químicos.

2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Médias e desvios padrão para cada parâmetro estudado foram determinados no *Software* Microsoft Office 365® Excel 2019®. Foi realizada análise simultânea dos pares de variáveis da associação entre

algumas das variáveis físico-químicas estudadas (pH, oxigênio dissolvido, condutividade, temperatura, turbidez, nitratos, sulfatos, cloretos, alcalinidade total e dureza). Os dados foram dispostos em uma matriz de correlação por meio do *software* livre R, utilizando os pacotes “performance analytics” e “Hmisc”. A matriz de correlação de Pearson mede o grau de relação linear entre cada par de variáveis.

O coeficiente de correlação de Spearman é utilizado para analisar a intensidade e a direção da relação monótona entre duas variáveis contínuas ou ordinais e foi utilizada para tratar os dados dos diferentes pontos, que não seguiram distribuição normal. Os valores de correlação podem ficar entre -1 e +1. Se as duas variáveis tendem a aumentar e diminuir juntas, o valor de correlação é positivo. Se uma variável aumenta enquanto a outra variável diminui, o valor de correlação é negativo. Um valor de correlação alto e positivo indica que as variáveis medem a mesma característica. Portanto a matriz de correlação avalia a força e a direção da relação entre duas variáveis.

Foi considerado como desprezível a correlação menor ou igual que 0,1, sendo fraca a correlação maior que 0,1 e menor ou igual a 0,39; a correlação maior que 0,39 e menor ou igual a 0,69 como moderada, a maior que 0,69 e menor ou igual a 0,89 como forte e a maior que 0,89 como uma correlação muito forte (SCHÖBER *et al.*, 2018). Em todas as análises, o nível de significância utilizado foi de 5%.

2.6 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA)

O cálculo do índice de qualidade da água (IQA) das nascentes foi efetuado conforme metodologia descrita pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2019). Os valores foram comparados com as classes de referências em faixas que variam entre os estados brasileiros (Quadro 1), segundo a ANA (2022).

Quadro 1 – Classificação das águas conforme índice de qualidade (IQA).

Faixas de IQA nos Estados: AL, MG, MT, PR, RJ, RN, RS	Faixas de IQA nos Estados: BA, CE, ES, GO, MS, PB, PE, SP	Avaliação da Qualidade da Água
91-100	80-100	Ótima
71-90	52-79	Boa
51-70	37-51	Razoável
26-50	20-36	Ruim
0-25	0-19	Péssima

Fonte: ANA (2022).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS

A água potável pode ser definida como água para consumo humano cujos parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e não ofereça riscos à saúde, definido pelos valores máximos permissíveis pela legislação.

As análises organolépticas revelaram que todas as amostras estão dentro dos limites preconizados pela resolução CONAMA-357/2005 e portaria GM/MS Nº 888/2021. Os valores de cloretos, turbidez, nitratos e nitritos foram detectados em concentrações inferiores às preconizadas na legislação para águas de classe 2 (respectivamente 250 mg.L⁻¹, 100 NTU, 10 mg.L⁻¹ e 1 mg.L⁻¹) e para água para consumo humano (respectivamente 250 mg.L⁻¹, 5 uT, 10 mg.L⁻¹ e 1 mg.L⁻¹). Porém os parâmetros condutividade elétrica (CE), temperatura, fosfatos, alcalinidade, dureza e oxigênio dissolvido (OD) não constam nesses documentos norteadores, ainda que seja possível estabelecer inferências comparando-se os resultados com a literatura.

A média de CE nas amostras analisadas foi de 172,52 $\mu\text{S.cm}^{-1} \pm 14,62$, sendo este parâmetro intimamente ligado ao teor de sais dissolvidos (íons) numa amostra. Alguns autores destacam que valores elevados de CE na água podem estar relacionados aos impactos ambientais na bacia hidrográfica (GASPAROTTO, 2011; FREDDO FILHO, 2018). Porém, outros fatores também podem afetar a CE.

A temperatura da água das nascentes não apresentou variação significativa, com média de 26,9°C $\pm 0,23$. Sabe-se que as variações de temperatura nos corpos d'água naturais podem ser sazonais e diurnas e estão associadas com as estações do ano, além de fatores como clima, composição geológica e CE das rochas (PIRATOBA *et al.*, 2017).

A capacidade para dissolver metais e lixiviar minerais das rochas pode ser determinada pelo valor do pH (THOMPSON *et al.*, 2007). Portanto, esse parâmetro é essencial na análise de qualidade da água. A portaria portaria GM/MS nº 888/2021 recomenda o pH na faixa de 6,0 a 9,0. No presente trabalho, o valor médio encontrado foi 5,58 $\pm 0,56$, sendo tais valores considerados ligeiramente ácidos (ZERWES *et al.*, 2015). Apesar de fora da neutralidade, os resultados são considerados normais para ambientes naturais, nos quais o pH varia entre 4,0 e 9,0. Sabe-se que, quando não existem fontes externas de poluição a montante, como efluentes industriais ou esgotos domésticos, o pH pode ser influenciado pelo tipo do solo (ALMEIDA *et al.*, 2017).

3.2 ANÁLISES DE CORRELAÇÕES

O coeficiente de correlação de Spearman varia de -1 a 1, onde o sinal (negativo ou positivo) indica a direção e o valor representa a magnitude da correlação. Quanto mais próximo de 1, mais forte é a associação entre as variáveis; já os valores próximos de zero indicam uma associação fraca ou ausência de correlação. Uma correlação positiva indica que, à medida que um parâmetro aumenta, o outro também aumenta. Por outro lado, uma correlação negativa indica que, à medida que um parâmetro

umenta, o outro diminui. A matriz de correlação composta pelos parâmetros investigados neste trabalho pode ser vista na Tabela 1. Para avaliar a magnitude dos coeficientes de correlação, adotou-se a seguinte classificação: valores entre 0,10 e 0,29 são considerados fracos, valores entre 0,30 e 0,49 são moderados, e valores entre 0,50 e 1 são fortes, podendo ser negativos ou positivos.

Tabela 1- Correlações de Spearman entre as variáveis condutividade, temperatura, pH, alcalinidade total, dureza total, oxigênio dissolvido, nitrato, sulfato e cloretos, para amostras de águas da bacia do Rio Coruripe, em dezembro/2021 e janeiro/2022

	DBO	Condutividade	Temperatura	pH	Alcalinidade Total	Dureza Total	O ₂	Nitrato	Sulfato	Cloretos
DBO	1	0,55	-	-	0,62	0,43	-0,51	0,56	-	0,34
Condutividade		1	-	-	0,24	0,17	-0,16	-0,10	0,30	0,85
Temperatura			1	0,14	0,40	-0,35	0,28	0,22	0,12	-0,22
pH				1	0,62	-0,72	-	-	0,89	0,13
Alcalinidade Total					1	0,39	0,14	0,44	-0,24	0,12
Dureza Total						1	-0,16	0,26	-0,58	-0,10
O ₂							1	-0,35	-	-0,10
Nitrato								1	-	-0,23
Sulfato									1	0,33
Cloretos										1

Obs.: (-) abaixo do nível de significância.

Fonte: Dados da pesquisa.

No presente estudo, verificou-se correlação fraca e negativa (= -0,16) entre CE e OD, enquanto houve correlação forte e positiva (= 0,85) entre CE e cloretos. Considerando que em todas as amostras a CE ficou abaixo de 200 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e que esse parâmetro é também afetado pela temperatura (isto é, quanto maior a temperatura, maior a condutividade), considerar somente este parâmetro não seria suficiente para afirmar a contaminação da Bacia em questão.

A correlação entre temperatura e OD apresentou-se positiva e pouco significativa (=0,28). Para o pH, a correlação pouco significativa com DBO (= -0,03) foi verificada e demonstra a não relação da acidez da água com fontes orgânicas. Por outro lado, verificou-se correlação forte e negativa entre pH e dureza total (= -0,72). Geralmente ambientes com pH próximos à neutralidade apresentam uma dureza mole, dado pelas baixas concentrações de carbonatos, sendo a reação com CO_2 para a produção de bicarbonato desprezível. A alcalinidade, assim como a dureza, é um parâmetro diretamente relacionado à estabilidade do pH, mantendo assim os processos de respiração dos microrganismos e a decomposição de matéria orgânica.

Moraes (2008 *apud* COELHO *et al.*, 2015), tendo em vista esses aspectos, determina que para a boa eficiência desses processos, a alcalinidade total deve estar na faixa de 30 a 500 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$. A água doce geralmente tem níveis de alcalinidade de 20-200 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$. Níveis abaixo de 10 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, como encontrado em algumas amostras, não são indicativos de poluição e/ou interferente na potabilidade da nascente; apenas mostra que a água é mal tamponada e é suscetível a mudanças de pH de fontes

naturais e/ou causadas pelo homem, uma vez que a correlação entre esses dois parâmetros (alcalinidade e pH) foi significativa ($= 0,62$). Além disso, o pH regula a toxicidade de diversos compostos, especialmente a amônia.

3.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Conforme a portaria GM/MS Nº 888/2021, a água potável deve ser límpida, não possuir gosto e cheiro indesejável, ser isenta de microrganismos e substâncias em altas quantidades que possam acarretar riscos à saúde (BRASIL, 2021). Assim, em muitos casos, para avaliar o impacto ambiental de um corpo d'água são necessárias, também, análises microbiológicas (MALAMAN *et al.*, 2020). Neste trabalho, exceto pelas amostras das Nascentes da Encosta do Damião e da Fazenda Riacho Seco, todas apresentaram coliformes totais.

Considerando que a pesquisa por patógenos específicos na água é algo dispendioso do ponto de vista econômico, o monitoramento de suas condições sanitárias para consumo geralmente é realizado por análises das bactérias do grupo coliforme (BOELEEE *et al.*, 2019). Coliformes termotolerantes são bactérias em forma de bastonetes presentes na microbiota residente do trato gastrointestinal do ser humano e de animais homeotérmicos. Esse grupo inclui três gêneros, *Escherichia*, *Enterobacter* e *Klebsiella*, sendo a presença de *Escherichia coli* de grande importância clínica. Por isso, a portaria GM/MS Nº 888/2021 estabelece como padrão de potabilidade, para a água destinada ao consumo humano, ausência de bactérias do grupo dos coliformes termotolerantes.

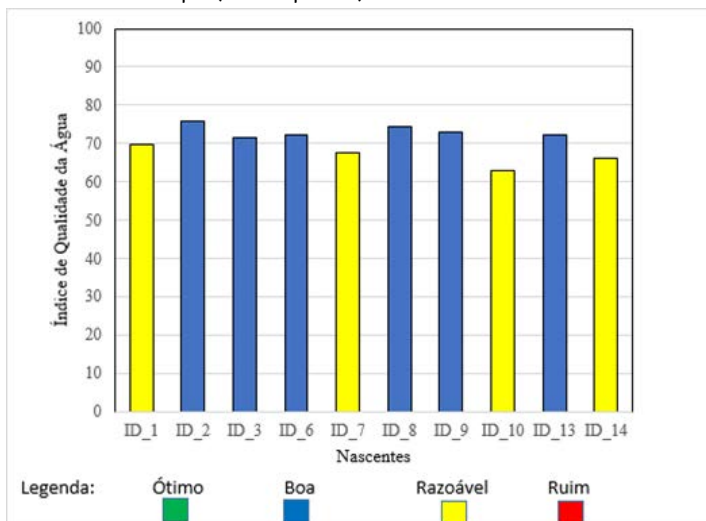
No entanto, a presença de coliformes totais, por si só, não implica que a água esteja comprometida, apenas que pode conter coliformes não virulentos ou mesmo virulentos, e para tal identificação outros testes são necessários. No presente estudo, em nenhuma amostra detectou-se coliformes termotolerantes fecais. Logo, é possível que a presença de coliformes totais observadas nas nascentes seja dada por meio de bactérias não virulentas e alguma matéria orgânica em decomposição que facilite o desenvolvimento das mesmas, como plantas e animais do entorno.

Em trabalho realizado por Souza *et al.* (2017), os autores registraram presença de coliformes termotolerantes nas amostras da sub-bacia hidrográfica do rio Poxim (Sergipe-Brasil), o qual foi relacionado à presença de ocupação urbana desordenada ao longo do rio – essa ocorrência revela presença de contaminação fecal promovendo doenças de veiculação hídrica, comprometendo assim a utilização do rio para a comunidade local.

3.4 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA)

O maior IQA (75,88) observado neste estudo ocorreu na nascente ID_2, sendo classificada como “boa”, segundo dados da ANA (2022) para o estado de Alagoas (Figura 2). ID_3, ID_6, ID_8, ID_9 e ID_13 receberam a mesma classificação. Os outros pontos foram categorizados como “razoáveis”.

Figura 2 – Representação gráfica do índice de qualidade da água (IQA) das dez nascentes localizadas na bacia do Rio Coruripe (Coruripe-AL)



Fonte: Dados da pesquisa.

O IQA é usado para avaliar a qualidade da água bruta destinada ao abastecimento público, após tratamento. É um dado de fácil interpretação e favorece prever as condições do manancial superficial ao longo do tempo, reduzindo custos e tempo de análise (SILVEIRA *et al.*, 2014). Diversos autores, porém, ressaltam a necessidade de adequação desse índice. Pinto *et al.* (2009), Toledo e Nicolella (2002) e Ceconello (2018), por exemplo, defendem o uso de variáveis mais representativas da verdadeira situação do local, bem como seus respectivos pesos.

4 CONCLUSÃO

A análise não paramétrica de Spearman favoreceu a identificação das correlações entre os parâmetros físico-químicos analisados e sua compreensão, ratificando os resultados encontrados e sua relação com o processo de uso do solo. Concluiu-se que as nascentes estão sofrendo algum tipo de influência direta de atividades antrópicas, como degradação da mata ciliar, poluição e uso indevido da água.

Embora haja necessidade de mais estudos para entender essa dinâmica, é possível recomendar a criação e efetivação de políticas públicas e socioambientais que visem de forma rigorosa proteger as matas ciliares que promovem a preservação desses mananciais hidrográficos. Sugere-se o acompanhamento dos índices de IQA e que mais estudos sejam realizados ao longo do tempo a fim de compreender a possível influência que a sazonalidade e os diferentes períodos climáticos podem inferir sobre a qualidade da água da bacia hidrográfica do Rio Coruripe, uma vez que um dos agravos para a qualidade de águas superficiais é a sazonalidade.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. C. *et al.* Avaliação do desempenho de uma estação de tratamento de água em relação à turbidez, cor e pH da água. **Rev Eletr Gestão e Tecnol Amb (GESTA)**, v. 5, n. 1, p. 25- 40, 2017.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Índice de Qualidade das Águas (IQA)**. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-idade-aguas.aspx> Acesso em: 30 junho 2022.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Relatório de referência, Diálogo Político OCDE/Brasil sobre Governança da Água**. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas, 2014.

BOELE E. *et al.* Water and health: From environmental pressures to integrated responses. **Acta Tropica**, v. 193, p. 217-226, 2019

BRASIL. Portaria do Gabinete do Ministro (GM)/Ministério da Saúde (MS) nº 888, de 4 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 4 maio 2021.

BRASIL. **Resolução Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 357**, de 17 de março de 2005. Disponível em: www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf. Acesso em: 10 maio 2022.

CECCONELLO, S. T. *et al.* Índice de qualidade de água modificado pela análise multivariada: estudo de caso do Arroio Pelotas, RS, Brasil. **Eng Sanit Amb**, v. 23, n. 5, p. 973-978, 2018.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo 2018**. São Paulo, 2019. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios> Acesso em: 30 jun. 2022.

COELHO, D.A. *et al.* Análise da alcalinidade total e concentração de carbono inorgânico em trechos urbanos de rios: o exemplo do rio Santa Rita, região sudoeste da Bahia. In: VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. **Anais**. Porto Alegre, RS. 2015

CURADO, A. L. *et al.* Urban influence on the water quality of the Uberaba River basin: an ecotoxicological assessment. **Rev Amb Água**, v. 13, n. 1, p. 1-10, 2018.

DUARTE, S. D.; LOPES, J. L. S. Gestão territorial e zoneamento ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Coruripe-AL: embates territoriais e perspectivas geográficas. **Diversitas J**, v. 6, n. 1, p. 957-975, 2021.

FREDDO FILHO, V.J. **Qualidade das águas subterrâneas rasas do aquífero Barreiras: estudo de caso em Benevides, PA.** (Dissertação) Mestrado em Recursos Hídricos, Universidade Federal do Pará, Belém, PA, 2018.

GASPAROTTO, F. A. **Avaliação ecotoxicológica e microbiológica da água de nascentes urbanas no município de Piracicaba-SP.** (Dissertação) Mestrado em Ciências – Área de Concentração: Biologia na Agricultura e no Ambiente, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2011.

GOMES, J. V. *et al.* Induction of cytotoxic and genotoxic effects of Guandu River waters in the Allium cepa system **Rev Amb Água**, v. 10, n. 1, p. 1-11, 2015.

MACEDO, J.A.B. de. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas.** 2. ed. Belo Horizonte: Conselho Regional de Química, 2003.

MALAMAN, A. C. P. *et al.* Citogenotoxicidade de águas fluviais urbanas em Presidente Prudente (SP), Brasil, através do teste Allium cepa. **Rev Ibero Am Ciên Amb**, v. 11, n. 2, p. 249-265, 2020.

PINTO, D. B. F. *et al.* Qualidade da água do Ribeirão Lavrinha na região Alto Rio Grande - MG, Brasil. **Ciên Agrotecnol**, v. 33, n. 4, p. 1145-1152, 2009.

PIRATOBA, A. R. A. *et al.* Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. **Rev Amb Água**, v. 12, p.435-456, 2017.

SANTOS, F. A. *et al.* Indicadores biofísicos de degradação ambiental no Parque Nacional de Sete Cidades, Nordeste do Brasil. **Rev Geociên Nordeste**, v. 2, p. 670-680, 2016.

SCHOBER, P. Correlation coefficients: appropriate use and interpretation. **Anesth Analg**, v. 126, n. 5, p. 1763-1768, maio de 2018.

SILVEIRA, T. *et al.* Qualidade da água e vulnerabilidade dos recursos hídricos superficiais na definição das fragilidades potencial e ambiental de bacias hidrográficas. **Rev Bras Geogr Física**, v. 7, n. 4, p. 643-652, 2014.

SOUZA, Q. S. *et al.* Análise de Coliformes Totais e Termotolerantes-Fecais em diferentes pontos da sub-bacia do rio Poxim-Sergipe, Brasil. **Agroforestalis News**, v. 2, n. 2, 2017.

THOMPSON, T. *et al.* **Chemical safety of drinking water: assessing priorities for risk management.** Geneva: WHO. 2007.

TOLEDO, L.G.; NICOLELLA, G. Índice de Qualidade de Água em microbaciaob uso agrícola e urbano. **SciAgr**, v. 59, n.1, p. 181-186, 2002.

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: UFRGS.1993.

ZERWES, C. M.; *et al.* Análise da qualidade da água de poços artesianos do município de Imigrante, Vale do Taquari/RS. **CiêN Nat**, v.37, n.3, p. 651-663, 2015.

Recebido em: 19 de Fevereiro de 2023

Avaliado em: 17 de Abril de 2023

Aceito em: 21 de Agosto de 2023



A autenticidade desse artigo pode ser conferida no site <https://periodicos.set.edu.br>

1 Mestre em Tecnologias Ambientais; Biólogo.
E-mail: luzenilton.brito@usinacoruripe.com.br

2 Doutora em Ciências; Engenheira de Agrimensura.
E-mail: lane.agrimensura@gmail.com

3 Doutora em Ciências; Bióloga.
E-mail: amanda.silva@icbs.ufal.br

4 Bióloga, PhD. em Bioquímica e Fitopatologia Molecular.
Universidade Federal de Alagoas, campus A.C. Simões,
Maceió, AL. E-mail: lopezamq@gmail.com

5 Doutor em Física Ambiental; Engenheiro Elétrico.
E-mail: antonio.silva@ifal.edu.br

6 Doutor em Biotecnologia; Licenciado em Ciências
Biológicas. E-mail: jgmbiologo@gmail.com

*Autor correspondente

Copyright (c) 2023 Revista Interfaces
Científicas - Saúde e Ambiente



Este trabalho está licenciado sob uma
licença Creative Commons Attribution-
NonCommercial 4.0 International License.

