

**INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS
MESTRADO EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS**

LUZENILTON MORAIS DE BRITO

**DIAGNÓSTICO HIDROAMBIENTAL DE NASCENTES DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CORURIBE NO LITORAL
SUL DE ALAGOAS**

Marechal Deodoro

2022

LUZENILTON MORAIS DE BRITO

**DIAGNÓSTICO HIDROAMBIENTAL DE NASCENTES DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CORURIBE NO LITORAL
SUL DE ALAGOAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais (Modalidade Mestrado Profissional) como requisito para a obtenção do título de Mestre em Tecnologias Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Joabe Gomes de Melo

Marechal Deodoro



**Dados Internacionais de Catalogação na
Publicação
Instituto Federal de Alagoas
Campus Marechal Deodoro
Biblioteca Dorival Apratto**

B862d

Brito, Luzenilton Morais de.

Diagnóstico hidroambiental de nascentes da bacia hidrográfica do Rio Coruripe no Litoral Sul de Alagoas / Luzenilton Morais de Brito – 2022.

96 f. : il., color.

8,7 megabytes (PDF)

Inclui bibliografia e figuras.

Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologias Ambientais) – Instituto Federal de Alagoas, *Campus* Marechal Deodoro, Marechal Deodoro, 2022.

Orientador: Prof. Dr. Joabe Gomes de Melo

1. Água. 2. Recursos hídricos. 3. Monitoramento Ambiental. I. Título. II. Melo, Joabe Gomes de.

CDD: 551.483

**Maria Jôse Nascimento Leite Machado
Bibliotecária – CRB 4/2125**

LUZENILTON MORAIS DE BRITO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais (Modalidade Mestrado Profissional) como requisito para a obtenção do título de Mestre em Tecnologias Ambientais.

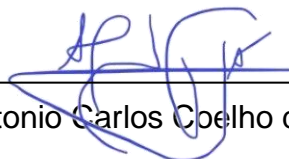
Aprovado em 29 de julho de 2022.

Orientador:



Dr. Joabe Gomes de Melo - IFAL

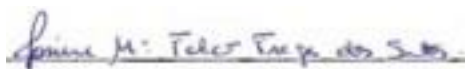
Banca examinadora:



Dr. Antonio Carlos Coelho da Silva – IFMT



Dr. Renato de Mei Romero – IFAL



Drª. Josiene Maria Falcão Fraga dos Santos –
UNEAL

Marechal Deodoro, AL

2022

AGRADECIMENTOS

Diante de um cenário tão incerto, como os que vivi durante o período de curso, chegar ao fim desta pesquisa é uma grande vitória. Gratidão a Deus, pela oportunidade de concretizar este sonho.

A minha família, sempre me apoiou em tudo e nos momentos de quase “não vou mais” a injeção de ânimo já estava certa. Obrigado Heline, Hélio, Vitória e a mais nova integrante Marthina, vocês são especiais.

Ao Instituto Federal de Alagoas, por trazer Ciência para minha carreira enquanto profissional das ciências ambientais.

Ao meu orientador Prof Dr. Joabe, você é um ser humano incrível, um grande mestre que terei entre rol de amigos. Obrigado por tudo!

Aos coordenadores do curso Prof. Dr. Stoécio e Daniel, pela tão bem condução deste programa que só traz engrandecimento para os profissionais do nosso Estado, parabéns.

A Usina Coruripe nas pessoas do Gerente de Sustentabilidade Bertholdino Teixeira e ao Coordenador de Meio Ambiente Aristoclides Costa, pela autorização de acesso às áreas objeto deste estudo. A equipe de fiscais ambientais, em especial o senhor Severino Freitas, pela sua experiência de campo, com a qual foi possível a identificação de cada nascente in loco. A equipe de topografia na pessoa do Supervisor Diego Tenório e da Engenheira agrimensora Joyce Dias, agradeço toda atenção dada.

A Universidade Federal de Alagoas, na pessoa da Prof^a Dr^a Ana Maria Queijeiro Lopéz, por disponibilizar o seu laboratório e pessoal para os trabalhos analíticos, a Dr^a Elane Lourenço e a Dr^a Amanda Lyz, a contribuição de vocês foi de fundamental importância para nosso estudo, externo minha gratidão.

Ao Comitê da Região Hidrográfica do Rio Coruripe na pessoa do seu presidente e secretária, Flavio Franolli e Elza Messias respectivamente, pela busca e retorno das informações requeridas nesta pesquisa.

Aos amigos(as) e militantes das causas hídricas e ambientais na Bacia do Coruripe Prof.^a Dr.^a Adriana Ferro e a bióloga Marcela Daher

A Jeniffer Mclaine, gratidão por ter feito parte da realização dessa obra.

“Do rio que tudo arrasta se diz que é violento, mas ninguém diz violentas as margens que o comprimem”

Bertolt Brecht

BRITO, Luzenilton de Moraes. **Diagnóstico Hidroambiental de nascente hidrográfica do rio Coruripe no litoral sul de Alagoas**. 70 f. 2022. T Conclusão de Curso (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Campus Marechal Deodoro, Instituto Federal de Alagoas, Marechal Deodoro, 2022.

RESUMO

A essencialidade da água no planeta é designada para várias finalidades: domésticas, cultivo, industrial, manutenção dos atributos ecossistêmicos, dentre outras. Dessa forma, sua promoção é aspecto indispensável ao desenvolvimento humano. Diante da relevância desse recurso é necessário saber o nível da sustentabilidade hidroambiental de nascentes. Este trabalho tem como objetivo analisar a qualidade hidroambiental das nascentes da bacia hidrográfica do rio Coruripe no litoral sul de Alagoas. O estudo analisou as características ambientais das nascentes e as características físicas, químicas e microbiológicas da água, tendo-se como parâmetros da qualidade ambiental o protocolo de avaliação macroscópica e para qualidade físico-química e bacteriológicos os valores estabelecidos pelo Ministério da Saúde- MS e Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Durante a realização do trabalho foram feitas avaliações e coletas de dados entre 2021 e 2022. Foram selecionados 25 pontos de coleta de acordo com a sua influência dentro dos limites físicos da bacia, e diagnosticado o estado de preservação ambiental daquelas minas d'águas. Nesses pontos foram determinadas as características macroscópicas e variáveis físicas, químicas e microbiológicas. A realização deste trabalho possibilitará o esclarecimento à comunidade sobre o grau de preservação dessas nascentes, assim como a qualidade das suas águas, sinalizar as entidades públicas e privadas responsáveis pelos recursos hídricos na bacia, da necessidade de elaboração de políticas públicas que garantam a proteção ao meio ambiente e a segurança hídrica, com oferta de água boa para os ecossistemas terrestre, aquáticos e à população usuária de água da bacia hidrográfica do rio Coruripe.

Palavras-chave: Água; Recursos hídricos; Monitoramento Ambiental.

BRITO, Luzenilton de Moraes. **Hidroenviromental diagnosis of springs of the Coruripe river watershed on the South coast of Alagoas.** 70 f. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Campus Marechal Deodoro, Instituto Federal de Alagoas, Marechal Deodoro, 2022.

ABSTRACT

The maintenance of water on the planet is essential for several purposes: domestic, cultivation, industrial, ecosystem attributes, among others. Thus, its promotion is essential to human development. Given the level of this resource, it is necessary to know the level of hydro-environmental sustainability of springs. This work aims to analyze the hydroenvironmental quality of the headwaters of the Coruripe river basin on the south coast of Alagoas. O- study of environmental quality, having as environmental characteristics the physical characteristics, the macroscopic and microscopic sources of the quality of the characteristics, the health quality protocol and the biological values established by the National Council for the Environment-CONAMA. During the realization, data were estimated and collected between 2021 and within2. 205 collection points were selected according to their influence2 of the limits of environmental preservation, and2 of the works the state of environmental preservation Minas d'águas. At these points were determined as physical and physical characteristics, macroscopic and microbiological characteristics. The realization of this work will make it possible to clarify the community about the degree of preservation of its springs, as well as the quality of its waters, signaled as public entities and entities responsible for water resources in the basin, the need to develop public policies that guarantee protection of water-based water resources, offering terrestrial ecosystems, safe water and water and to the population that uses the Coruripe River watershed.

Key words: Water; Water resources; Environmental monitoring.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 – Ilustração da Bacia Hidrográfica do Rio Coruripe com divisão administrativa em alto, médio e baixo	49
FIGURA 02 – Delimitação da área de estudo entre os pares de coordenadas: ponto inicial denominado de ponte das bicas e o ponto final denominado várzea do central.....	50
FIGURA 03 – Dados de campo para diagnóstico hidroambiental das 25 nascentes do trecho baixo da bacia hidrográfica do Rio Coruripe.....	55
FIGURA 04 – Mapa de localização das nascentes e o grau de preservação.....	55
FIGURA 05 – Gráfico das médias obtidas em cada parâmetro avaliado.....	58
FIGURA 06 – Nota final que cada nascente obteve a partir do somatório dos parâmetros avaliados.....	60
FIGURA 07 – Vazões obtidas pelo método direto volumétrico das nascentes do baixo Coruripe na estação seca.....	64
FIGURA 08 – Percentuais da classificação ordinal da magnitude em função da vazão dos afloramentos do baixo Coruripe.....	64
FIGURA 09 – Ilustração da Bacia Hidrográfica do Rio Coruripe com municípios por divisão administrativa (A). Delimitação da área de estudo (B).....	77
FIGURA 10 – Localização dos pontos de coleta das amostras físico-química e microbiológica na bacia hidrográfica do Rio Coruripe (A, B, C E D), com as nascentes identificadas por cores de acordo com seu grau e preservação.....	78
FIGURA 11 - Representação gráfica do índice de qualidade da água (IQA) das dez nascentes localizadas na bacia do rio Coruripe (Coruripe -AL).....	91

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 - Metodologia utilizada no índice de impacto.....	51
TABELA 02 – Classificação das nascentes quanto aos parâmetros macroscópicos (pontuação final é o somatório dos pontos obtidos).....	52
TABELA 03 – Classificação da magnitude de nascentes pela vazão exfiltrada, proposta por Meizer (1927) e adaptada por outros autores.....	53
TABELA 04 - Códigos utilizados nas amostragens das análises físico-químicas da água e critérios de inclusão a partir da classificação do grau de preservação da nascente.....	79
TABELA 05 – Classificação do IQA.....	82
TABELA 06 - Médias e desvios-padrão dos valores dos parâmetros físicos e resultados das análises organolépticas das amostras de água nas nascentes localizadas na bacia do Rio Coruripe (AL).....	83
TABELA 07 - Médias e desvios-padrão dos valores dos parâmetros químicos das amostras de água das nascentes localizadas na bacia do rio Coruripe (AL).....	84
TABELA 08 - Correlações de spearman entre as variáveis: condutividade, temperatura, PH, alcalinidade total, dureza total, oxigênio dissolvido, nitrato, sulfato e cloretos.....	86

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 – Identificação do grau de preservação das nascentes com os pontos de referência por município.....	57
QUADRO 02 – Resumo do quantitativo de nascente por classe e grau de preservação ambiental.....	61
QUADRO 03 - Classificação ordinal da magnitude em função da vazão dos afloramentos do baixo Coruripe.....	65

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Bacia Hidrográfica.....	14
2.1.1 Bacia Hidrográfica do Rio Coruripe.....	16
2.1.2 Nascentes.....	18
2.2 Impactos das Atividades Agrícolas nos Recursos Hídricos.....	20
2.2.1 Setor Sucroenergético.....	21
2.2.2 Preservação Ambiental.....	23
2.3 Avaliação e Monitoramento dos Recursos Hídricos.....	25
2.3.1 Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (IIAN).....	25
2.4 Fatores que Afetam a Qualidade da Água.....	27
2.5 Principais Parâmetros de Qualidade da Água.....	28
2.5.1. Parâmetros Físicos.....	28
2.5.1.1. Temperatura.....	28
2.5.1.2. Turbidez.....	29
2.5.1.3. Condutividade Elétrica.....	29
2.5.2 Parâmetros Químicos.....	29
2.5.2.1. pH (Potencial Hidrogeniônico).....	29
2.5.2.2. Oxigênio Dissolvido.....	30
2.5.2.3. Dureza.....	30
2.5.2.4. Alcalinidade.....	31
2.5.2.5. Cloreto.....	31
2.5.2.6. Fósforo Total.....	32
2.5.2.7. Elementos Traços.....	32
2.5.3. Parâmetros Microbiológicos.....	34
2.5.3.1. Coliformes Totais.....	34
2.5.3.2. Coliformes Termotolerantes.....	35
3. OBJETIVOS.....	35
3.1 Geral.....	35
3.2 Específicos.....	36
4. REFERÊNCIAS.....	37
CAPÍTULO I: AVALIAÇÃO MACROSCÓPICA DE NASCENTES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CORURIFE NO LITORAL SUL DE ALAGOAS.....	46
CAPÍTULO II: AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE NASCENTES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CORURIFE, LITORAL SUL DE ALAGOAS.....	72

CAPÍTULO I: AVALIAÇÃO MACROSCÓPICA DE NASCENTES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CORURIFE NO LITORAL SUL DE ALAGOAS

RESUMO

A essencialidade da água à existência da vida na Terra é indiscutível. A exploração inadequada dos recursos naturais de forma cada vez mais desordenada tem promovido inúmeros problemas ambientais, principalmente nas áreas de nascentes. O objetivo deste trabalho foi realizar um diagnóstico hidroambiental dos afluentes do rio Coruripe no litoral sul de Alagoas - Brasil. Para o diagnóstico hidroambiental, cada nascente foi georreferenciada e avaliada in loco seu estado de conservação e a vazão contribuinte para a hidrografia do Coruripe. Durante os meses de novembro de 2021 a janeiro de 2022, foi percorrido um trecho de 22,85 km para coleta de dados, a partir da aplicação de um Protocolo de Avaliação Macroscópica – PAM, composto de treze parâmetros. Para quantificar as informações coletadas, foram atribuídos valores aos parâmetros observados. A soma desses valores permitiu identificar os principais indicadores causadores de impactos, bem como classificar o grau de preservação no qual cada nascente se enquadra. Foram avaliadas 25 nascentes e destas o maior percentual (64%) foram classificadas com grau bom de preservação, seguida por (20%) ótimo, (12%) razoável e (4%) ruim. A maioria delas (76%) tem vazão na ordem de 4ª e 5ª magnitudes. Os principais impactos estão relacionados com a proteção do local de inserção das nascentes e os usos antrópicos. São necessários estudos mais detalhados a respeito das causas e consequências dos impactos sofridos e, sobretudo, a intensificação de medidas para conter o avanço da degradação sobre as áreas consideradas de preservação permanente dos corpos hídricos.

Palavras-chaves: Nascentes; Diagnóstico Ambiental; Preservação.

MACROSCOPIC EVALUATION OF SPRINGS OF THE CORURIFE RIVER HYDROGRAPHIC BASIN ON THE SOUTH COAST OF ALAGOAS.

ABSTRACT

The essentiality of water to the existence of life on Earth is indisputable. . The objective of this work was to carry out a hydroenvironmental diagnosis of the tributaries of the Coruripe River on the southern coast of Alagoas - Brazil. For the hydroenvironmental diagnosis, each one in the georeferenced ones was created for its state of conservation and contribution to the hydrography of Coruripe. During the thirteenth months of 2022 to January 202, a stretch of 22.85 km was covered for data collection, the application of a Macroscopic Assessment Protocol - PAM, of parameters. To quantify the information collected, values were assigned to the observed parameters. The sum of these values identified the indicators causing impacts, as well as the degree of preservation in which each spring fits. (6%4% these (20%) great (20%) reasonable great (25%) are bad. Most of them (76%) have a distribution in the order of 4th and 5th magnitudes. The main impacts are related to the protection of the place of insertion of the springs and the anthropic uses. These are more detailed studies of the causes and impact of the causes and, permanently,

intensification of the measures to contain the destruction as the destruction of the areas of impact and impact.

Keywords: Springs; Environmental Diagnosis; Preservation.

INTRODUÇÃO

A água é uma substância essencial à vida na Terra. Sendo assim, a garantia da sua qualidade e disponibilidade é um fator essencial e um grande desafio quando se refere à gestão hídrica, no quesito de integridade da conservação para o uso sustentável desses recursos (BECKAUSER, *et al.*, 2019).

Os recursos naturais estão sendo explorados cada vez mais de forma desordenada, através de atividades de desmatamentos, práticas agrícolas perniciosas, atividades extrativistas agressivas, a construção indiscriminada de barramentos. Além disso, o lançamento de esgotos industriais e domésticos nos rios e lagos tem promovido inúmeros problemas ambientais, principalmente em áreas de nascentes (MALAQUIAS & CÂNDIDO, 2013).

O rio Coruripe, tem sua nascente, localizada no município de Palmeira dos Índios/AL, mais precisamente no povoado chamado Serra da Mandioca. A bacia do rio Coruripe, abrange parcial e/ou total a área de 13 municípios (PEREIRA, 2010; SANTOS, 2018), autores mais recentemente apontam que são 19 municípios drenados pela Bacia (DUARTE, *et al.*, 2021). Do Agreste até a Zona da Mata alagoana, a hidrografia do Coruripe conta com uma superfície de 1.694 km², e uma população de 500.205 habitantes (SERHI/HISA, 2002; SANTOS, 2019; DUARTE, *et al.*, 2021), dada sua expressiva área de abrangência, faz-se necessário observar que a proteção das suas nascentes é muito importante. A degradação ambiental atrelada a irregularidade na distribuição temporal das chuvas comprometem a integridade dos frágeis ecossistemas hídricos e suas reservas subterrâneas (TONELLO, *et al.*, 2009), mas existem possibilidades reais de usos sustentável desses recursos hídricos ao estabelecerem o aproveitamento quantitativo e qualitativo dessas fontes, com a implementação de técnicas de monitoramento, de recuperação, reflorestamento e proteção dos seus habitats (BARROS-NETO, 2008;

MACHADO, 2018), a partir da implantação de projetos que visem a geração de renda, sobretudo no meio rural.

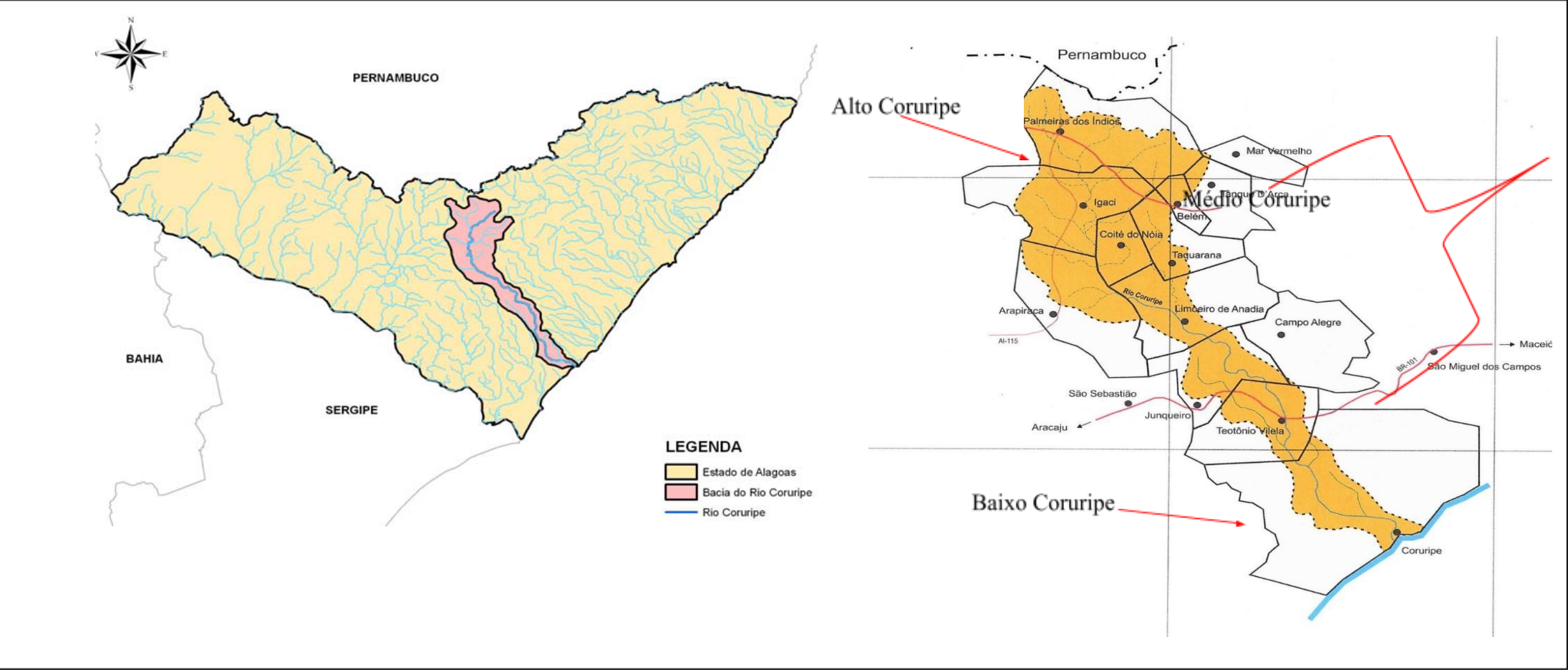
Diante deste contexto, o presente estudo tem como objetivo realizar um diagnóstico hidroambiental em nascentes da bacia hidrográfica do Rio Coruripe no litoral Sul de Alagoas, a fim de identificar as principais fontes causadoras de impactos a estes corpos d'água, analisando o grau de interferência através da observação e quantificação de parâmetros macroscópicos (Tabela 01), classificando-as quanto ao grau de preservação e a magnitude das exfiltrações, ou seja, o volume d'água do afloramento.

MATERIAIS E MÉTODOS

Administrativamente o rio Coruripe está dividido em três porções geográficas (Figura 01). Sendo o Alto Coruripe - Palmeira dos Índios, Mar Vermelho, Tanque D'arca, Belém, Igaci e Coité do Nóia. Médio Coruripe – Taquarana, Arapiraca, Limoeiro de Anadia, Campo Alegre, Junqueiro e Teotônio Vilela. Baixo Coruripe - o município de Coruripe, região litorânea do estado de Alagoas.

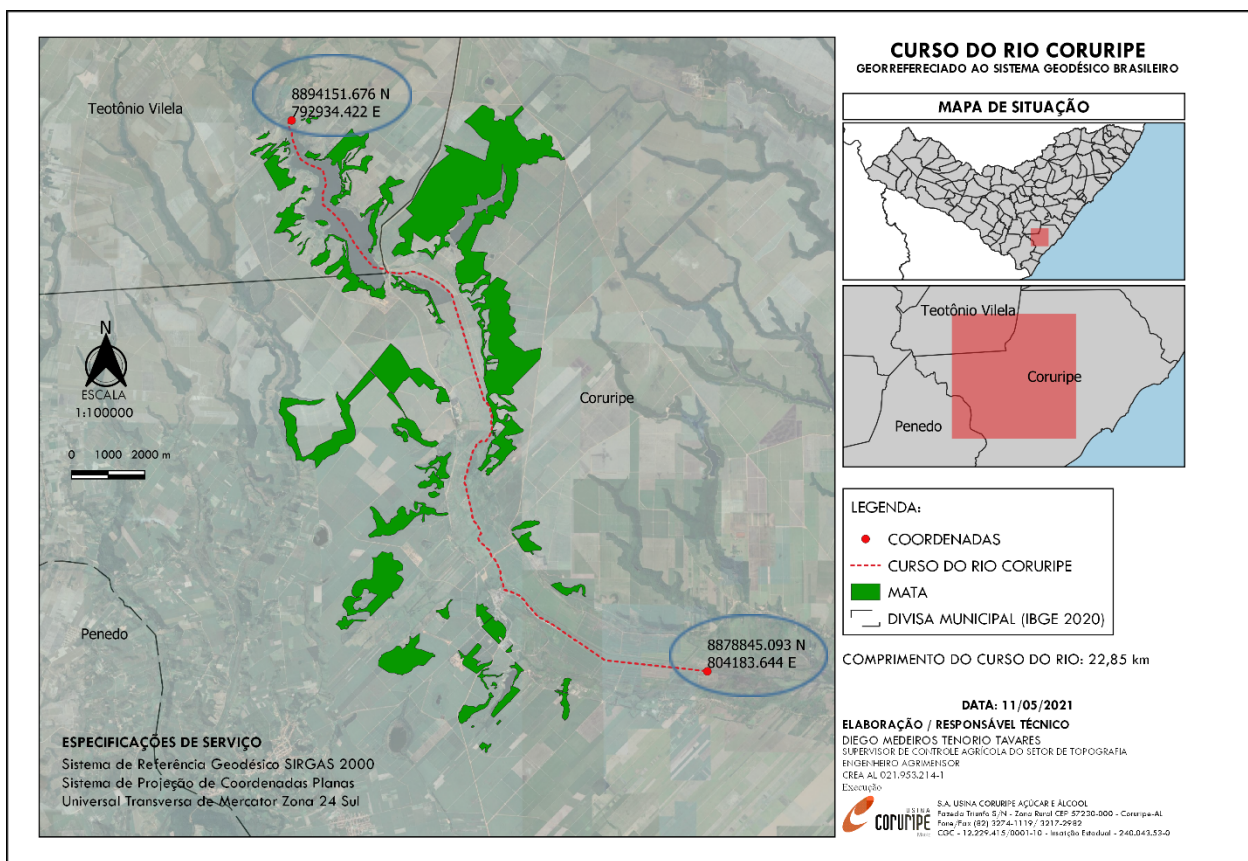
A área de estudo, foi delimitada pelo recorte espacial compreendido entre os municípios de Teotônio Vilela e Coruripe, sendo a maior inserção no segundo município. A delimitação situa-se entre os pares de coordenadas com ponto inicial em 8894151.676 N, 792934.422 E, e final nas coordenadas 8878845.093 N, 804183.644 E (Figura 02). A vegetação é de domínio Atlântico, classificada como Floresta Ombrófila Aberta com transição para Floresta Estacional Semidecidual (MACHADO, *et al.*, 2012). Os fragmentos em sua maioria são Áreas de Preservação Permanentes – APP, além de Unidades de Conservação como Reserva Particular do Patrimônio Natura – RPPN e Reserva da Biosfera da Mata Atlântica – RBMA, foram encontradas e apresentavam estratos em diferentes estágios sucessionais, situados em tabuleiros, encostas com grande declividade e várzeas.

Figura 01 – Ilustração da Bacia Hidrográfica do Rio Coruripe com divisão administrativa em alto, médio e baixo.



Fonte: Adaptado do PDRH-Coruripe, 2022.

Figura 02 – Delimitação da área de estudo entre os pares de coordenadas: Ponto inicial denominado de Ponte das Bicas e o Ponto final denominado Várzea Do Central.



Fonte: Usina Coruripe (Setor de Topografia), 2022.

O trecho delimitado tem um percurso de 22,85 km de comprimento e foi selecionado a partir de dois critérios: i) por estar localizado em sua quase totalidade na divisão administrativa da Região Hidrográfica considerada como o Baixo Coruripe e ii) por ser uma área que apresenta um maciço florestal preservados e predominantemente pertencentes à iniciativa privada do setor sucroenergético, ou seja, as extremidades geográficas da área estudada é o exato momento em que o rio desemboca e sai, respectivamente nas fazendas de cana-de-açúcar de propriedade da S.A Usina Coruripe Açúcar e Álcool, a qual sendo contatada aceitou fazer parte da pesquisa, autorizando o acesso em suas propriedades. Logo, há uma limitação neste estudo concernente ao quantitativo de nascentes catalogadas, as quais não representam a totalidade para o Baixo Coruripe, uma vez que foram excluídos os corpos d'água tributários das sub-bacias, além daqueles pertencentes aos demais proprietários possuidores de terras da região estudada. Portanto os critérios de inclusão deixam evidente um gap do real número existente e da saúde

ambiental dos afloramentos d'águas da bacia e das sub-bacias da Região Hidrográfica do Baixo Coruripe.

As visitas de campo ocorreram nos meses de novembro de 2021 a janeiro de 2022 com o auxílio de um guia local, GPS, Câmera fotográfica, Fichas de avaliação macroscópica, Cronômetro, Termômetro e Baldes de volumes conhecido (12 L, 50 L e 200 L).

O Diagnóstico se deu a partir das observações *in loco*. Foi coletado um par de coordenadas em cada ponto de estudo e confeccionado um mapa da localização real das nascentes estudadas (Figura 02), concomitante avaliou-se a qualidade da preservação das nascentes a partir dos parâmetros macroscópicos (Tabela 01) proposto por Gomes et al. (2005) e a partir do somatório dos pontos classificou-se o grau de preservação ambiental (Tabela 02).

Tabela – 01. Metodologia utilizada no índice de impacto.

Parâmetros Analisados			
Indicador	Escala de notas		
Cor da água	(1) Escura	(2) Clara	(3) Transparente
Odor	(1) Forte	(2) Fraco	(3) Sem
Lixo ao redor	(1) Muito	(2) Pouco	(3) Sem
Materiais flutuantes	(1) Muito	(2) pouco	(3) Sem
Espumas	(1) Muita	(2) Pouca	(3) Sem
Óleos	(1) Muito	(2) Pouca	(3) Sem
Esgotos	(1) Doméstico	(2) Fluxo superficial	(3) Sem
Esgotos	(1) Doméstico	(2) Fluxo superficial	(3) Sem
Vegetação (degradação)	(1) Alta	(2) Baixa	(3) Preservada
Uso por animais (exóticos)	(1) Presença	(2) Apenas marcas	(3) Não detectado
Uso por humanos	(1) Presença	(2) Apenas marcas	(3) Não detectado
Proteção Local	(1) Sem	(2) Com proteção – com acesso	(3) Com proteção – sem acesso
Proximidade c/área urbana (metros)	(1) menos de 50	(2) Entre 50 a 100	(3) Mais de 100
Tipo de área de inserção	(1) Ausente (Sem Informação)	(2) Propriedade privada	(3) Parques ou áreas protegidas
Esgotos	(1) Doméstico	(2) Fluxo superficial	(3) Sem

Fonte: Gomes et al. (2005).

Tabela 02 – Classificação das nascentes quanto aos parâmetros macroscópicos (pontuação final é a somatória dos pontos obtidos).

Classe	Grau de Preservação	Pontuação Final
A	Ótima	Entre 37 a 39 pontos
B	Boa	Entre 34 a 36 pontos
C	Razoável	Entre 31 a 33 pontos
D	Ruim	Entre 28 e 30 pontos
E	Péssimo	Abaixo de 28 pontos

Fonte: Gomes et al. (2005).

Para avaliação dos impactos causados nos ecossistemas aquáticos na região do Baixo Coruripe, foram avaliados 13 parâmetros conforme proposto por Gomes *et al.* (2005). Diversos autores em estudos com nascentes fizeram o uso dessa mesma metodologia (Leal *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2018).

Apesar de largamente usada na pesquisa rápida para o diagnóstico de conservação ambiental em nascentes, certos critérios para a aplicação da nota/peso para alguns indicadores na escala métrica, carecem de adaptações. Por exemplo: a distância para emissão de esgoto, uma vez que a proposta é avaliar se há lançamento e a sua distância. O tipo de área de inserção, os pesos de 1 a 3 decaem se a nascente estiver inserida em uma unidade de conservação, propriedade privada ou numa área não identificada respectivamente. Nada obstante que a propriedade privada não tenha uma visão preservacionista do local e que nascentes em Unidades de Conservação, por assim estarem inseridas, tenham sua preservação garantida. Lixo no entorno da nascente, não se tem claro até que ponto equidistante a existência deste da nascente ou de sua calha até calha principal do rio, estão considerados para pontuação na escala proposta. Neste sentido, uma referência que poderia ser adotada para mais clareza dessa distância,

seria o que preconiza a legislação ambiental para as áreas de APP de cursos d'água. Por fim, a vegetação, a proposta do índice é classificá-la quanto à preservação em alto grau de degradação, baixo grau de degradação ou se estar preservada. Neste sentido, seria viável um referencial técnico-legal para o enquadramento da vegetação a partir de qual domínio natural a nascente está localizada ou marco legal vigente. No entanto, ressalta-se a valia do método e sua contribuição para uma avaliação diagnóstica rápida do estado de conservação destes mananciais.

Em estudos hidroambientais, a vazão é um parâmetro utilizado para caracterizar o regime hidrológico, sendo, portanto, aplicável às nascentes do Baixo Coruripe. Para Araújo Filho *et al.* (2011), fatores como pluviosidade, localização e ação humana podem influenciar o regime hidrológico de uma nascente.

A aferição do volume nos copos d'água nesta pesquisa ocorreu na estação seca. As vazões foram obtidas pelo método direto volumétrico (SILVA, *et al.*, 2014), determinado pela fórmula matemática $Q = \frac{V}{t}$ onde, Q é a vazão; V é o volume e t o tempo. Em 21 das 25 nascentes estudadas a vazão foi dada em (l/s). Cronometrando-se o tempo, com cinco repetições, tomou-se a média em (s) necessária para o fluxo encher um dos recipientes de volume 12 L; 50 L ou 200 litros, a depender da magnitude do fluxo, o qual posteriormente foi classificado segundo propôs Meinzer (1927), e apresentado na (Tabela 03).

Tabela 03 – Classificação da magnitude de nascentes pela vazão exfiltrada, proposta por Meinzer (1927) e adaptada por outros autores.

Classificação de nascentes pela vazão	
Magnitude	Vazão em l/s
Primeira	> 2.800 l/s
Segunda	280 a 2.800 l/s
Terceira	28 a 280 l/s
Quarta	6,3 a 28 l/s
Quinta	0,63 a 6,3 l/s

Sexta	63 a 630 ml/s
Sétima	8 a 63 ml/s
Oitava	< 8 ml/s
Zero	Sem vazão*
*Relato de fluxo existente no passado	

Fonte: Adaptado de Felipe, 2009.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram avaliadas 25 nascentes. Todos os dados coletados para o diagnóstico estão expressos na (Figura 03). Deste total, 4 (quatro) estão situadas no município de Teotônio Vilela e 21 (vinte e uma) no município de Coruripe (Figura 04). Todavia, estima-se que haja um número muito maior, se considerado os demais proprietários, bem como a inclusão de todos os afloramentos pertencentes à Região Hidrográfica do Coruripe, seus afluentes e sub-bacias.

Na avaliação diagnóstica em Teotônio Vilela, ficaram assim definidas: 1 (uma) foi classificada com grau bom de preservação; 1 (uma) ruim, sendo a única neste estudo e 2 (duas) com grau razoável. Nenhuma delas estava inserida em Unidade de Conservação. Em Coruripe, 5 (cinco) teve sua classificação como ótima; 2 (duas) razoável e 14 (quatorze) com grau de preservação bom. Neste município, foram encontradas 3 (três) inseridas em Unidade de Conservação (Quadro 01).

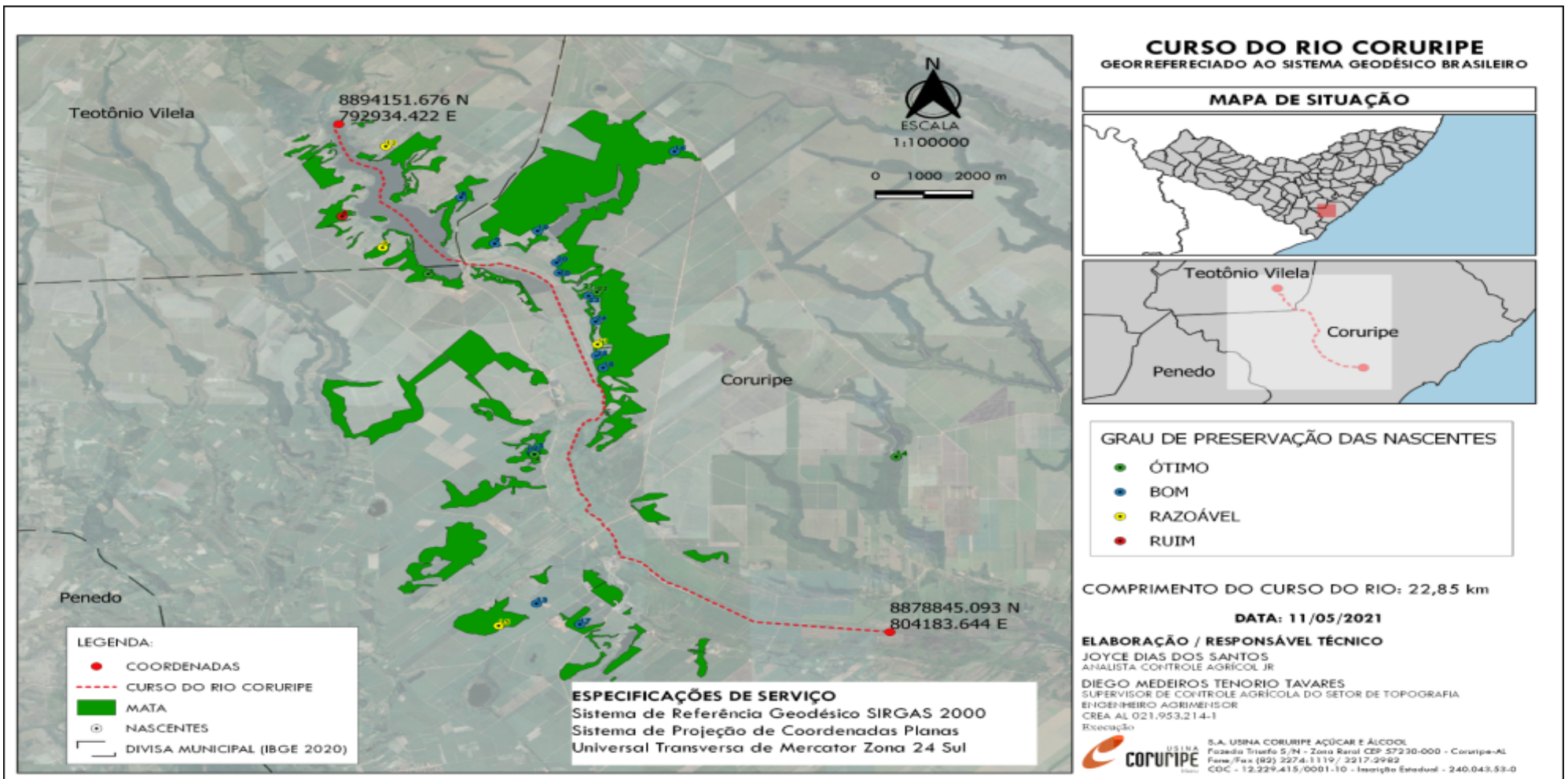
Figura 03 – Dados de campo para o diagnóstico hidroambiental das 25 nascentes do trecho baixo da bacia hidrográfica do rio Coruripe.

Nº ID Nascente	Classe Preservação	Grau Preservação	Coordenadas (km l)		Pontuação dos Parâmetros Macroscópicos														Vazão L/s	Surgência	Magnitude/Vazão
			Latitude	Longitude	Cor da água	Odor da água	Lixo ao redor	Material Flutuante	Espumas	Óleos	Esgoto	Vegetação Preservada	Uso p/ Animal	Uso p/ Humano	Proteção Local	Prox. Residência	Tipo Inserção	Total Pontos			
1	B	BOM	-10,082061	-36,291721	3	3	2	3	3	3	3	3	3	1	2	3	2	34	5,55	Difusa	5ª
2	B	BOM	-10,081815	-36,291144	3	3	2	3	3	3	3	3	3	1	2	3	2	34	1,17	Difusa	5ª
3	B	BOM	-10,082077	-36,291424	3	3	2	3	3	3	3	3	3	1	2	3	2	34	4,85	Difusa	5ª
4	A	ÓTIMO	-10,082568	-36,291286	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	37	4,52	Pontual	5ª	
5	A	ÓTIMO	-10,03372	-36,311254	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	37	5,05	Pontual	5ª	
6	D	RUIM	-10,018149	-36,327492	2	3	1	2	3	3	3	3	2	1	1	3	2	29	3,57	Difusa	5ª
7	C	RAZOÁVEL	-10,026586	-36,319884	2	3	2	3	3	3	3	3	3	1	1	3	2	32	8,26	Pontual	4ª
8	B	BOM	-10,013014	-36,305105	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	1	3	2	34	13,69	Difusa	4ª
9	B	BOM	-10,025514	-36,29878	3	3	2	2	3	3	3	3	3	1	3	3	2	34	18,48	Difusa	4ª
10	B	BOM	-10,033449	-36,28659	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2	3	2	35	28,22	Pontual	3ª
11	C	RAZOÁVEL	-10,052807	-36,279408	1	2	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	33	2,8	Difusa	5ª
12	C	RAZOÁVEL	-9,99921	-36,319282	3	3	2	3	3	3	3	2	1	1	2	3	2	31	3,92	Difusa	5ª
13	B	BOM	-10,122927	-36,29092	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2	3	2	35	6,94	Pontual	4ª
14*	A	ÓTIMO	-10,083212	-36,223221	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	37	NA	Pontual	NA
15	C	RAZOÁVEL	-10,128929	-36,298017	2	3	1	2	3	3	3	3	3	2	2	3	2	32	NA	Difusa	NA
16	B	BOM	-10,000611	-36,26495	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	2	36	NA	Pontual	NA
17	B	BOM	-10,128556	-36,282745	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	2	34	NA	Pontual	NA
18*	B	BOM	-10,059121	-36,278377	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2	3	3	36	13,44	Pontual	4ª
19*	B	BOM	-10,02212	-36,290705	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	35	7,58	Pontual	5ª
20	B	BOM	-10,030669	-36,287118	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2	35	0,82	Difusa	5ª
21	A	ÓTIMO	-10,039076	-36,280568	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	37	23,25	Pontual	4ª
22	A	ÓTIMO	-10,038604	-36,279544	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	37	7,94	Difusa	4ª
23	B	BOM	-10,039675	-36,281111	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	36	3,14	Difusa	5ª
24	B	BOM	-10,04662	-36,279789	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	35	10,16	Difusa	4ª
25	B	BOM	-10,055862	-36,279615	1	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	34	NA	Difusa	NA

Legenda:	
A	Nascentes com grau ÓTIMO de preservação
B	Nascentes com grau BOM de preservação
NA	Não Avaliada
C	Nascentes com grau RAZOÁVEL de preservação
D	Nascentes com grau RUIM de preservação
*	Nascente em Unidade de Conservação

Fonte: Autor, 2022.

Figura 04 – Mapa de localização das nascentes e o grau de preservação.



Fonte: Usina Coruripe (Setor de Topografia), 2022.

Quadro 01 – Identificação do grau de preservação das nascentes com os pontos de referência por município.

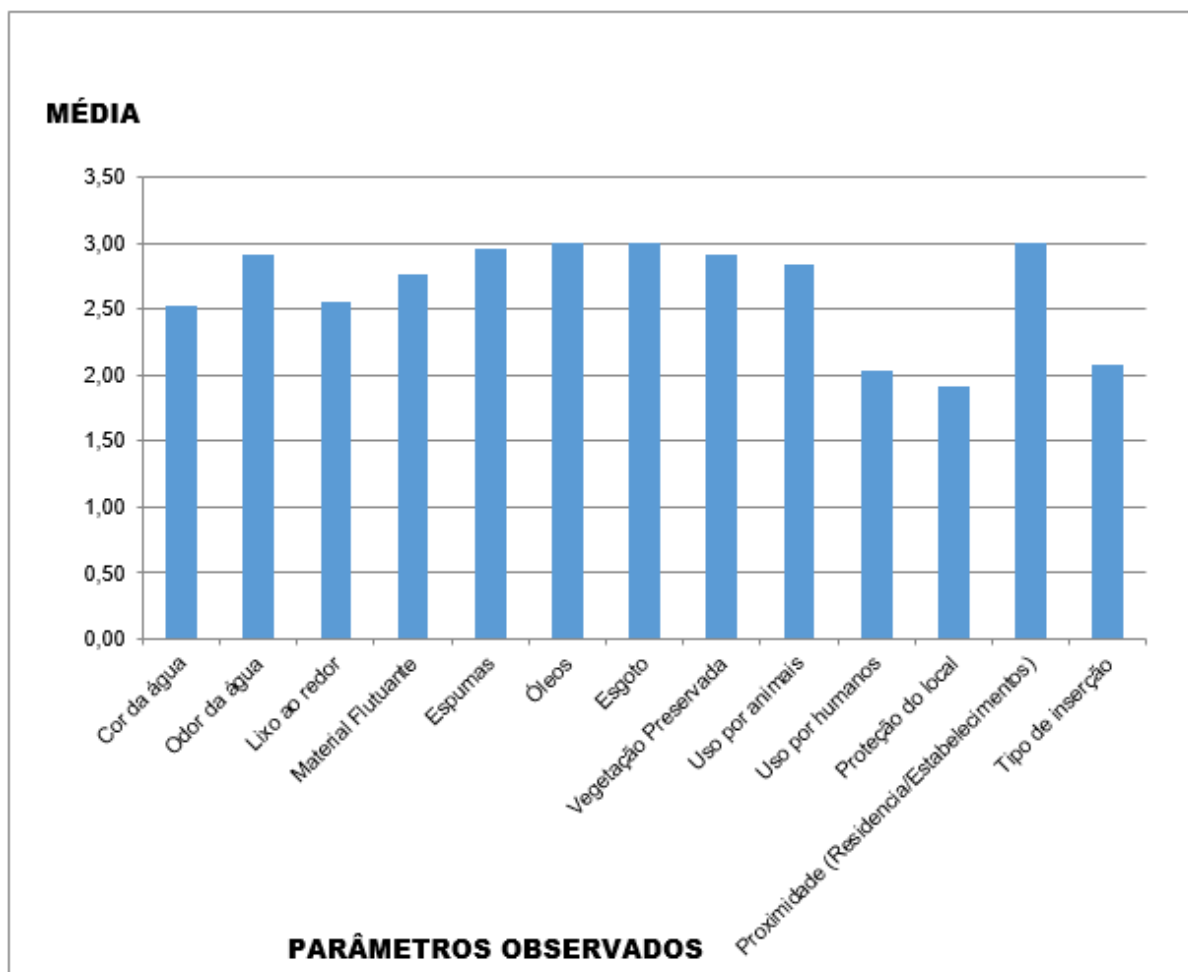
ID_n	Classificação do grau de preservação	Ponto de referência para localização em campo	Município
1		Faz. Olho D'água, por trás captação	Coruripe
2		Faz. Olho D'água, tubulação de inox	Coruripe
3		Faz. Olho D'água, na cerca ao lado captação	Coruripe
4		Encosta do Messias, local da bica do Messias	Coruripe
5		Encosta do Messias, nos eucaliptos do Messias	Coruripe
6		Faz. Gravatá de Baixo, na piscina Cachoeira	Teotônio
7		Faz. Gravatá de Baixo, ponto de lavar roupas	Teotônio
8		Encosta Damião, prox. Casa João Cachoeira	Teotônio
9		Sede do Poção, na Piscina do Poção	Coruripe
10		Encosta do Genipapo, na bica de abastecimento	Coruripe
11		Encosta do Genipapo, na saída da trilha 2	Coruripe
12		Encosta do Arrendamento, Zé Dias	Teotônio
13		Encosta do Gravatá, na captação do Gravatá	Coruripe
14*		Faz. Riacho Seco, a jusante da B. Franc. Alves (RPPN)	Coruripe
15		Encosta do Boa Vista, no Timbó	Coruripe
16		Vila Capiatã, nasc. B. Riacho de Pedras	Coruripe
17		Faz. Triunfo, na Vila Santino prox. Poço tubular	Coruripe
18*		Fazenda Riachão/Sítio do Pau-brasil (RBMA)	Coruripe
19*		Encosta do Camarão, lado da B. Riacho de Pedras (RPPN)	Coruripe
20		Encosta do Camarão, entrada da B. Riacho Pedras nos dendês	Coruripe
21		Encosta Genipapo, na ingazeira prox. As acácias do refloresta	Coruripe
22		Encosta Genipapo, na ingazeira prox. As acácias do refloresta	Coruripe
23		Encosta Genipapo, na curva após as ingazeira prox. Acácias	Coruripe
24		Encosta Genipapo, nos dendezeiros prox. A ladeira ao Sítio	Coruripe
25		Encosta Genipapo, prox. A entrada do Sítio Pau-brasil	Coruripe
Legenda			

Fonte: Autor, 2022.

Diagnóstico Macroscópico

Dos treze parâmetros observados, as menores médias foram para: a) proteção do local, apesar da existência de vegetação nativa preservada; b) usos por humanos; c) tipo de inserção; d) cor da água; e) lixo no entorno. Estes parâmetros influenciaram negativamente no cômputo final dos demais e por conseguinte na classificação do grau de preservação. O gráfico (Figura 05), apresenta as médias obtidas em cada parâmetro avaliado, logo em seguida os principais indicadores que interferiram diretamente na pontuação final para os corpos d'águas serão comentados.

Figura 05 – Gráfico das médias obtidas em cada parâmetro avaliado.



Fonte: Autor, 2022.

A Cor da água - A média geral pontuada para as vinte e cinco nascentes foi de 2,52 indicando que as águas da maioria destes corpos hídricos (22 delas) tem translucidez, sendo de coloração clara ou transparente. Exceto (ID_11; ID_24 e

ID_25) teve a coloração classificada como escura.

Lixo ao redor - A média obtida neste indicador foi de 2,56. Foi observado a presença de lixo em maior quantidade nas nascentes (ID_6 e ID_15) e com pouca quantidade em (ID_1; ID_2; ID_3; ID_7; ID_9; ID_12 e ID_19), ou seja, em nove nascentes (36%) foi detectado lixo no entorno, concomitantemente aos usos humanos.

Usos por humanos - Assim como o indicador anterior, porém em maior frequência foi identificado presença de usos antrópicos nas nascentes (ID_1; ID_2; ID_3; ID_6; ID_7; ID_9; ID_10; ID_12; ID_13; ID_15; ID_16; ID_17; ID_18 e ID_19) sendo a pontuação média desse indicador de 2,04. As principais evidências de usos antrópicos foram: lazer, lavagem de roupa e captação/abastecimento para fins agrícolas.

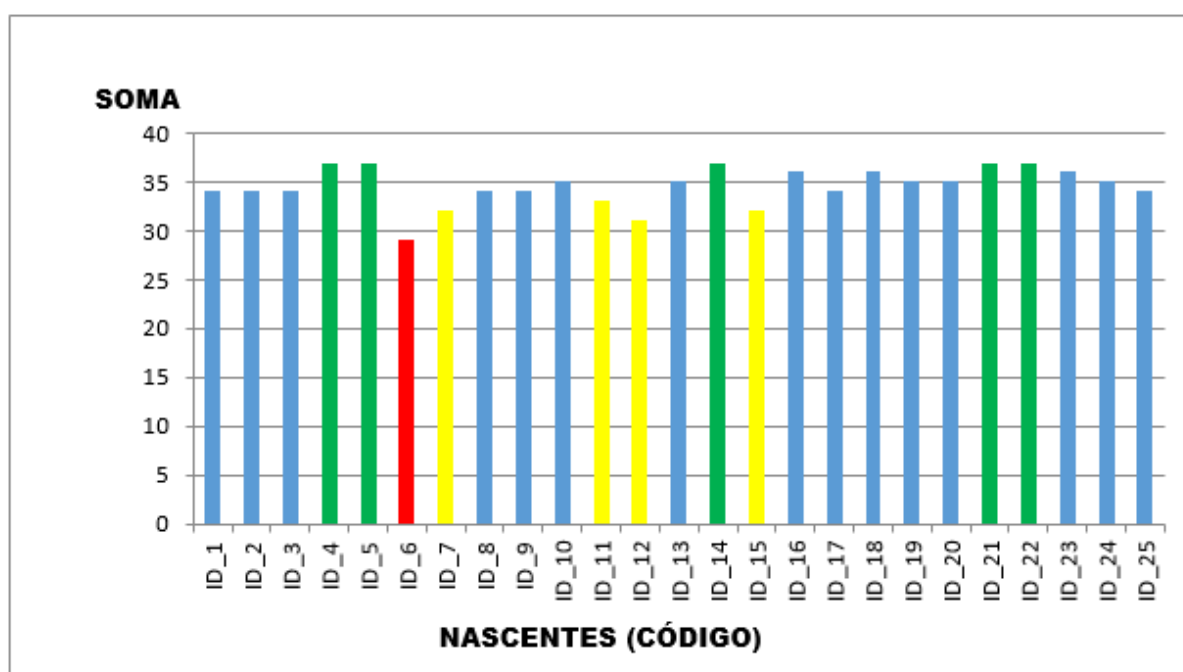
Proteção do local - Uma ressalva deve ser levada em consideração para a pontuação deste indicador: Tendo em vista que todas as nascentes estão em propriedade particular, teoricamente com acesso restrito, além das condições de vegetação preservadas, e os usos da água não direcionados para consumo humano, a proteção local com o intuito de isolamento da nascente com cercas não é comum. No entanto, as barreiras naturais (topográficas e vegetação) não eliminam a possibilidades de acesso aos olhos d'água por humanos e animais, em função disto a nota foi rebaixada obtendo-se média de 1,92. Ou seja, em vinte e quatro nascentes (96%) são acessíveis e apenas em uma (4%) existe cercamento (ID_9). Todavia a sinalização com placas educativas, alertando aos usuários para os cuidados no uso e proteção do recurso, podem ser implementados visando a preservação destes mananciais.

Tipo de inserção - A maioria das nascentes neste indicador obteve média 2, pelo fato de estar em área privada. Exceto as (ID_14; ID_18 e ID_19) que simultaneamente estão respectivamente na propriedade privada e dentro de uma Unidade de Conservação como RPPN ou RBMA (Quadro 01), recebendo nota 3. Portanto a média geral neste quesito foi 2,08 pontos.

Semelhante a pesquisa de Corrêa *et al.* (2016), realizada na microbacia hidrográfica do rio Pirajibu-Mirim em Sorocaba-SP, das onze nascentes avaliadas, nenhuma delas observou-se a presença de espumas, óleos e despejos de esgoto, a área de inserção onde dos corpos hídricos por eles estudados e os usos e

ocupação do solo nas adjacências, pontuaram negativamente. Contrariamente aos trabalhos desses autores, a Área de Inserção, parâmetro que para eles foi avaliada como fator limitante de acesso, impossibilitando ampliar o diagnóstico de um número maior de nascentes naquela bacia, neste, o fato da Área de Inserção em propriedade privada e em sua maioria de um único proprietário, facilitou o acesso e o diagnóstico das 25 nascentes catalogadas, o gráfico da (Figura 06), apresenta os valores máximos obtidos no somatório dos pontos dos parâmetros avaliados.

Figura 06 – Nota final que cada nascente obteve a partir do somatório dos parâmetros avaliados.



Fonte: Autor, 2022.

Com a pontuação final, foram realizados o enquadramento e a classificação das nascentes. O (Quadro 02), apresenta um resumo geral do quantitativo de nascentes classificadas nos grupos A, B, C e D. Conseqüentemente, as notas obtidas e o grau de preservação ambiental que se encontravam no momento da avaliação.

Quadro 02 – Resumo do quantitativo de nascente por classe e grau de preservação ambiental.

Grau de Preservação	Quantidade	Pontuação	Classificação	Nascente/Cód. ID_nº
ÓTIMO	5	37	A	4; 5; 14; 21 e 22.
BOM	15	*34 a 36	B	1; 2; 3; 8; 9; 10; 13; 16; 17; 18; 19; 20; 23; 24 e 25.
RAZOÁVEL	4	*31 a 33	C	7; 11; 12 e 15.
RUIM	1	29	D	6.
PÉSSIMO	0	0	E	Não houve nascente com grau péssimo
TOTAL	25	*Refere-se a nota entre a mínima e a máxima para a categoria de classificação.		

Fonte: Autor, 2022.

Cinco nascentes (20%) obtiveram nota entre 37e 38, da pontuação máxima de 39 pontos que pode chegar a avaliação, estando enquadradas na classe A (ótimo grau de preservação).

Quinze nascentes (64%) foram classificadas como B (indicando um grau de preservação bom). Para estas, a somatória dos pontos oscilou entre o mínimo e o máximo, 34 a 36 pontos nesta categoria.

Quatro nascentes (12%) tiveram sua classificação na categorização C (grau de preservação razoável). Destas, uma (ID_11) obteve a nota máxima 33 pontos, outra (ID_12) com a nota mínima de 31 pontos e duas delas (ID_7 e ID_15) com 32 pontos para a categoria C.

Apenas uma nascente (4%) foi classificada como D (grau de preservação ruim) obtendo nota mínima de 29, a escala métrica nesta categoria é de 28 a 30 pontos. Os indicadores avaliados negativamente foram a presença de lixo no entorno, usos antrópicos e a proteção do local.

Nenhuma das 25 nascentes foi classificada no grupo E (grau péssimo) de preservação ambiental.

Diante dos dados, as fontes d'água da bacia hidrográfica do rio Coruripe no município estudado, em sua maioria (84%) foram categorizadas com grau de preservação bom ou ótimo. Muito embora, se percebe que (16%) destes ecossistemas aquáticos apresentam razoável ou ruim grau de preservação, sinalizando um processo inicial de degradação.

Frente ao exposto, ações educativas e medidas de controle devem ser implementadas para mitigar as perturbações detectadas, a fim de se evitar que os

impactos sobre estes mananciais avancem tomando proporções como o observado por Silva *et al.* (2018), em um diagnóstico ambiental descritivo na bacia hidrográfica do rio Piauí/Alagoas, bacia confrontante a do rio Coruripe, estes autores identificaram em um total de 354 nascentes nas porções média e baixa da bacia em seis municípios alagoanos, a ocorrência de amostras indicando que 42,7% das nascentes possuem grau de preservação ruim. Um percentual de 72,4% se enquadra em ruim ou péssimo e nenhuma delas foi classificada com o grau de preservação ótimo, ou seja, um processo degradante instalado sobre estes recursos naturais.

Diversos autores realizaram estudos semelhantes, ao longo dos anos, em diferentes estados e distintas bacias. É notável a degradabilidade destes corpos hídricos. Corrobora Pinto *et al.* (2004), em trabalho realizado em Lavras - MG, avaliaram um grande número de nascentes, totalizando 177. Os resultados mostram que a maior porcentagem das nascentes foi classificada como perturbada (60,45 %), seguida pelas degradadas (24,86 %), e por último as conservadas (14,69 %).

Ferreira *et al.* (2011), analisaram as principais nascentes da bacia hidrográfica do rio Poxim na porção Leste do Estado de Sergipe e constataram que 90% das nascentes encontrava-se com alguma perturbação antrópica e pelo menos 65% delas em elevado grau de degradação ambiental. Em um afluente deste mesmo rio, na bacia hidrográfica do rio Piauitinga, Magalhães *et al.* (2012) analisaram 22 nascentes. Em relação ao estado de conservação foram identificadas cinco nascentes (22%) como perturbadas e as demais como degradadas (88%). Isto significa que no alto curso da bacia hidrográfica do rio Piauitinga não há registro de nascentes conservadas. Ainda em Sergipe, Oliveira *et al.* (2012), classificou as nascentes como degradadas (85,7 %), seguidas juntamente pelas perturbadas e conservadas apenas (7,1 %).

Ramos e Santos (2018) em uma investigação das características físicas das nascentes e do seu entorno, em propriedades rurais na bacia hidrográfica do Médio Paraíba do Sul em município de Barra Mansa/RJ, esses autores observaram sete nascentes *in situ*. Cinco delas (71,43%) foram enquadradas no grau de preservação razoável (classe C), uma (14,3%) com condição ambiental ruim (classe D) e uma (14,3%) como péssima (classe E). Ou seja, a maioria delas

apresenta condições ambientais razoáveis e nenhuma delas foram enquadradas no grau ótimo ou boa (classes A ou B).

Em um estudo na bacia do córrego Itanguá, Capão Bonito/SP, Leal *et al.* (2017), avaliaram 15 nascentes *in loco* e concluíram que 13% delas foram consideradas com ótimo grau de preservação, 80% como bom e 7% com razoável estado de conservação. Este estudo, em termos do estado de degradação de nascentes é o que mais se assemelha ao realizado na Bacia Rio Coruripe. Muito embora o que predomina na literatura consultada são estudos que apontam inadequações ambientais causando impactos na qualidade das águas e na hidrologia das bacias hidrográficas.

Os impactos ambientais são os resultados das interferências do ser humano sobre o ambiente. Qualquer atividade humana provoca alterações nos processos naturais, por modificar seus rumos, rompendo o equilíbrio em maior ou menor grau. Estes impactos têm sido altamente perceptivos, principalmente nas últimas décadas. O desenvolvimento econômico é o argumento mais utilizado para justificar tais intervenções na natureza (FONTES, 2003).

As atividades humanas têm provocado ao longo dos anos intensos impactos nos ecossistemas aquáticos, resultando em problemas na qualidade e fornecimento da água, que são de importância imediata e fundamental a toda humanidade (CORSON, 2002). No aspecto de fornecimento de água, as nascentes do Baixo Coruripe, tiveram o volume exfiltrado mensurado e classificados quanto a ordem de magnitude da descarga.

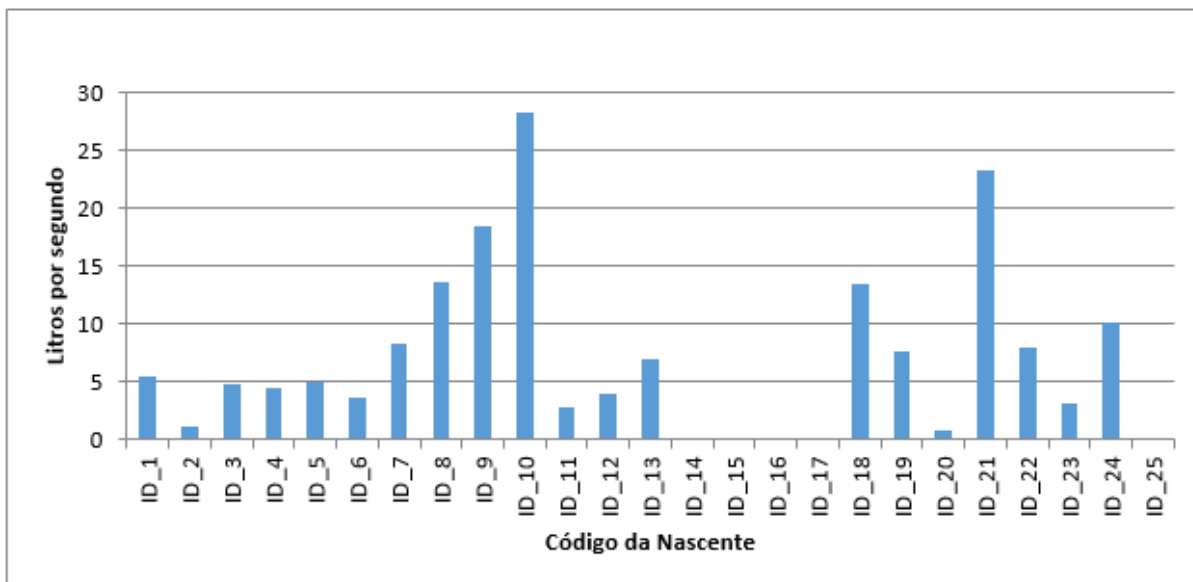
Categorização das Nascentes Quanto ao Volume de Exfiltração

A medida da vazão de uma nascente é um parâmetro muito importante para caracterizar do seu regime hidrológico, cujo comportamento é influenciado pelo índice pluviométrico, por sua localização e pela ação do homem sobre as condições naturais da região (CONTINE, *et al.*, 2017; SANTOS *et al.*, 2017).

As fontes estudadas, tiveram suas vazões aferidas pela medição direta (Figura 07). Pode-se previamente inferir que tais mananciais são perenes, uma vez que seus volumes foram mensurados no período de verão. No entanto, estudos detalhados com medições periódicas da vazão e precipitações pluviométricas em

todas as estações do ano, seriam adequados para melhor caracterizar o regime hidrológico destes afluentes.

Figura 07 – Vazões obtidas pelo método direto volumétrico das nascentes do Baixo Coruripe na estação seca.



Fonte: Autor, 2022.

Destas vinte e cinco nascentes, cinco (20%) não foi possível mensurar suas vazões. As demais, vinte (80%), apresentaram vazões entre a mínima com 1,17 l/s, e a máxima com 28,22 l/s. Estas fontes são tributárias do Coruripe e conjuntamente prestam um serviço ecossistêmico de produção de água e regulação do fluxo hídrico, aportando um volume d'água na ordem de 624,06 m³/h.

Destarte, determinou-se a ordem de magnitude dessas vazões (Quadro 03), proposta por Meinzer (1927). Este autor determinou a magnitude pela média da descarga anual das nascentes. Sendo, portanto, uma lacuna para o referido trabalho, uma vez que não se tem um monitoramento anual dos afloramentos em questão.

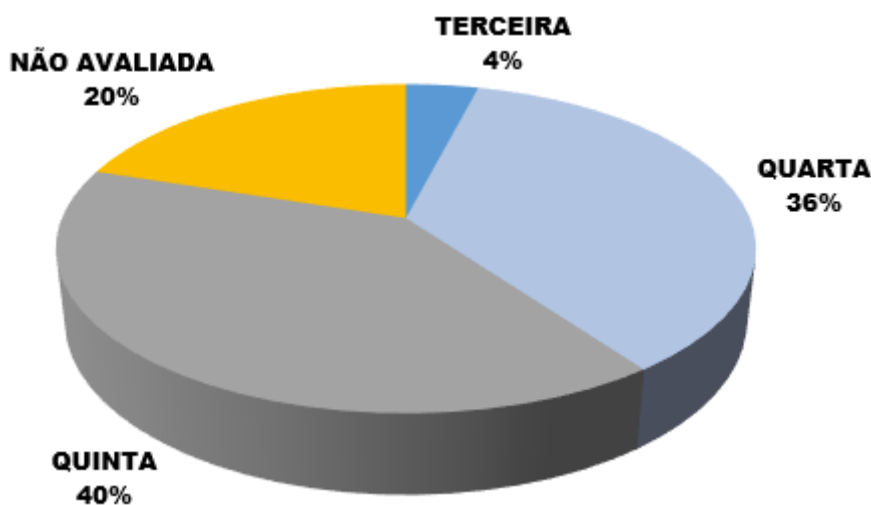
Quadro 03 - Classificação ordinal da magnitude em função da vazão dos afloramentos do Baixo Coruripe.

Magnitude	*Vazão em L/s	Quantidade	Nascente / Cód. ID_nº
Terceira	28 a 280 L/s	1	10.
Quarta	6,3 a 28 L/s	9	7; 8; 9; 13;18; 21; 22 e 24.
Quinta	0,63 a 6,3 L/s	10	1; 2; 3; 4; 5; 6; 11; 12; 19; 20 e 23.
Não Avaliada	-	5	14; 15; 16; 17 e 25.
Total		25	*Classificação segundo Meinzer (1927).

Fonte: Autor, 2022.

A maioria das nascentes (76%) estão enquadradas como sendo de quarta e quinta magnitude. Sendo a maior é de terceira ordem. Nenhuma delas foi classificada magnitudes da primeira ou segunda ordem. A gráfico (Figura 08), traz os percentuais da dessa classificação.

Figura 08 – Percentuais da classificação ordinal da magnitude em função da vazão dos afloramentos do Baixo Coruripe.



Fonte: Autor, 2022.

Trabalhos com nascentes voltados a conhecer seus volumes e ordená-los quanto às suas magnitudes, já é bem difundido na literatura. Meinzer (1927), por exemplo, estudando nascentes nos Estados Unidos da América observou vazões superiores a 2.800 L/s, enquadrando esses cursos d’água em 1ª ordem de magnitude.

Faria (1997), em estudo nas microbacias do maciço da Tijuca/RJ, encontrou vazões que variaram entre 16 e 0,015 L/s, enquadrando-as entre a 4ª e 7ª

magnitudes. No trabalho de Pane e Pereira (2005) com fontes em Itamonte/MG, calcularam vazões e enquadramentos de 4ª e 5ª magnitudes. Pinto *et al.* (2004), estudaram 192 nascentes no município de Lavras e a maior vazão medida foi de 2,0831 L/s – 5ª Magnitude.

Na bacia do rio Piauí/AL Silva *et al.* (2018), observaram que em 33,6% das nascentes, a vazão média foi menor que 1 L/s. Apenas em 7,4% delas, a vazão aferida foi superior a 1 L/s, predomina de 5ª ordem em diante.

Os resultados encontrados no presente estudo principalmente no que concerne ao grau de preservação e da magnitude das vazões para as nascentes da Bacia Hidrográfica do rio Coruripe, são divergentes se comparado aos da Bacia Hidrográfica do rio Piauí, ambas no estado de Alagoas e limítrofes. No cenário do rio Piauí no município de Coruripe, tem-se o pior resultado entre os municípios estudados da bacia para o grau de preservação, visto que 80,5% de suas nascentes foram diagnosticadas num estágio de preservação ruim e péssimo, sendo apontado pelos autores as possíveis razões à conversão de áreas de preservação para fins de plantio de cana-de-açúcar, cultura bastante explorada na região (SILVA, *et al.*, 2018).

Já para o cenário do rio Coruripe no município de mesmo nome, o que se observou foi a predominância de áreas florestais preservadas no entorno das nascentes, mesmo em fazendas de produção de cana-de-açúcar. Em sendo essas áreas preservadas como de fato, nos leva a inferir categoricamente que o trecho baixo da bacia hidrográfica do rio Coruripe, se comparado com às regiões a montante, produz água em maior volume e melhor qualidade, contribuindo com diversos serviços ecossistêmicos ali envolvidos, desde os processos ecológicos básicos de manutenção dos próprios ecossistemas à harmonia cênica e paisagística ao bem-estar humano.

É notório que as ações antrópicas comprometem os recursos hídricos. A capacidade quantitativa e qualitativa da produção de água pelas nascentes, seu reabastecimento e recargas do lençol freático ficam alterados quando suprimida a vegetação ripárias, principalmente em ambientes de contribuição natural de infiltração (RODRIGUES, 2004), afetando diretamente o ciclo hidrológico. Corroborando Medeiros *et al.* (2015), a cobertura vegetal do entorno dos corpos hídricos propicia uma maior infiltração da água das chuvas no solo, realizando a

recarga dos lençóis freáticos e conservando os mananciais.

CONCLUSÃO

O estudo das nascentes do rio Coruripe é necessário, uma vez que elas estão inseridas em um contexto da bacia com elevada influência antrópica. O conhecimento da existência destes mananciais é essencial para ações voltadas à sua preservação.

Das 25 nascentes estudadas, a maioria delas apresentou grau de preservação Bom ou Ótimo (84%). O remanescente (16%), estão em processo inicial de degradação, pois foram classificadas com grau Razoável ou Ruim. Estudos mais detalhados se fazem necessários a respeito das causas e consequências desses impactos.

Quanto à magnitude das exfiltrações, o rio Coruripe naquele trecho, recebe a contribuição hídrica na ordem de 624,06 m³/h que afloram regularmente de 20 (vinte) fontes que tiveram suas vazões avaliadas.

A preservação da natureza deve ser uma prática difundida entre toda a comunidade para proteger de fato as áreas consideradas de preservação permanente e, sobretudo, as de curso d'água e intensificar medidas para conter os avanços da degradação sobre esses mananciais.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO FILHO, P. F.; BRAGA, R. A. P.; GUSMÃO, P. T. R. (2011). Mensuração da vazão em nascentes do Assentamento Serra Grande na bacia do Rio Natuba – PE. In.: Anais do XIII Congresso Nordestino de Ecologia. SNE, Recife, 2011.

BARROS - NETO, G. G.; FRITSCHER, G. H. & DAHER, M. R. M. orgs. Restauração do rio Coruripe – um projeto de resgate socioambiental. Maceió, Graziella Helena Fritscher. 160p. Dario, F. R. 2008. Estrutura trófica da avifauna em fragmentos florestais.

BECKAUSER, M. C.; NAKASHIMA, P.; NAKASHIMA, L. M. A utilização de análise macroscópica de nascente como ferramenta de Educação Ambiental. Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA), v. 14, n. 2, p. 252-267, 2019.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução N° 392, de 25 de junho de 2007. Definição de vegetação primária e secundária de regeneração de Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais.

CONTINE, G.; PINTO, R.; BARROS, A. J. Diagnóstico das condições das nascentes na cidade de João Monlevade - MG: Análise física e microbiológica Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales, (abril-junio 2017). En línea:
<http://www.eumed.net/rev/cccss/2017/02/nascentes-condiciones-joao.htm>

CORRÊA, C. J. P.; TONELLHO, K. C.; FRANCO, F. S. Análise hidroambiental da microbacia do Pirajibu-Mirim, Sorocaba, SP, Brasil. Rev. Ambiente & Água, vol. 11 n. 4 Taubaté – oct. / Dec. 2016.

CORSON, W.H. Manual global de Ecologia. Editora Augustus, São Paulo, 4ª edição. 413p, 2002.

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 Journal, v. 6, n. 1, p. 957-975, 2021.

FARIA, A. P. A dinâmica de nascentes e a influência sobre os fluxos nos canais. A Água em Revista, Rio de Janeiro, v. 8, p. 74-80, 1997.

FERREIRA, R. A.; AGUIAR NETO, A. O.; SANTOS, T. I. S.; SANTOS, B. L.; MATOS, E. L. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.35, n.2, p.265-277, 2011.

FONTES, L.E.F.; Ribeiro, G.A.; Fernandes, R.B.A. Ação ambiental: impactos ambientais. Editora Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 34. 2003.

GOMES, P. M.; MELO, C.; VALE, V. S. Avaliação dos Impactos Ambientais em Nascentes na cidade de Uberlândia-MG: Análise Macroscópica. Sociedade & Natureza, Uberlandia, 17(32): 103-120, jun. 2005.

LEAL, M. S.; TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; MINGOTI, R. Caracterização hidroambiental de nascentes. Rev. Ambiente & Água, vol. 12 n. 1, Taubaté – Jan. / Feb. 2017.

MAGALHÃES, T. S.; GOMES, J. B. V.; VASCO, A. N.; AGUIAR NETO, A. O.; FERREIRA, R. A. Caracterização geo-pedológica das áreas de nascentes na bacia hidrográfica do rio Piauitinga, Sergipe, Brasil. Rev. Ambiente & Água, vol. 7, n. 1, p. 169-181, Taubaté, 2012.

MACHADO, M. A. B. L.; CHAVES, L. F. C.; ROSA NETO, J. L.; LEMOS, R. P. L. Florística do Estrato Arbóreo de Fragmentos da Mata Atlântica do Nordeste Oriental, Município de Coruripe, Alagoas, Brasil. Revista Ouricuri, Paulo Afonso, v. 2, n. 2 p. 55-72, jul./dez. 2012.

MACHADO, L. C.; SELVA, V. S. F.; SANTOS, S. M. Proposta metodológica interdisciplinar como ferramenta para o potencial de conservação de nascentes. Journal of Environmental Analysis and Progress, p. 008-023, 2018.

MALAQUIAS, G. B.; CÂNDIDO, B. B. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes do Município de Betim, MG: análise macroscópica. Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade, v. 3, n. 2, p. 51-65, 2013.

MEDEIROS, T. F.; SILVA, F. R.; MORANDI, E. R.; NASCIMENTO, P. C.; DUTRA, A. R.; STACHIW, R. Avaliação da qualidade de água de nascentes sob diferentes ocupações do solo. Revista Brasileira de Ciências da Amazônia, v.4, n.1, p.14-28, 2015.

MEINZER, O. E. Large springs in the United States. U.S. Geological Survey Water-Supply Paper, Washington, n. 557, 1927, Government Printing Office.

OLIVEIRA, D. G.; FERREIRA, R. A.; MELLO, A. A.; OLIVEIRA, R. S. C. Análise da vegetação em nascentes da bacia hidrográfica do Rio Piauitinga, Salgado, SE. Revista Árvore, v. 36, n. 1, p. 127-141, 2012.

PANE, E.; PEREIRA, S. Y. As fontes em Itamonte, sul de Minas Gerais – uma contribuição para o entendimento das relações entre água superficial e subterrânea. Águas subterrâneas. v. 19. n. 1, p. 1-14, 2005.

PEREIRA, T. A. S. Valoração Indireta da água: Aplicação na Bacia do rio Coruripe – Alagoas. Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e saneamento Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande Sul. Porto Alegre, RS – Brasil. Jan. 2010.

PINTO, L. V. A.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. e FERREIRA, E. (2004). Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. Scientia Forestalis, n.65, p.197-206, 2004.

RAMOS, H. F.; SANTOS, D. C. R. M. O Índice de Impacto Ambiental de Nascentes (IIAN) e o Grau de Preservação das Nascentes em Propriedades Rurais de Barra Mansa. In: III Simpósio de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul, 2018, Juiz de Fora-MG. Anais do III Simpósio de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul, 2018. p. 1-977.

RODRIGUES, V. A. Morfometria e mata ciliar da microbacia hidrográfica. In: Rodrigues, V. A.; Starzynski, R. (orgs) Workshop em manejo de bacias hidrográficas. Botucatu: FEPAF:FCA:DRN; 2004.

SANTOS, L. S. Alterações espaciais na bacia hidrográfica do Rio Coruripe, Alagoas. Dissertação (Mestrado em Geografia).88 f. Universidade Federal de Alagoas, Maceió,2018.

SANTOS, L. S. Mapeamento do uso e cobertura do solo na Bacia Hidrográfica do rio Coruripe, Alagoas 2019.

SANTOS, A.; ALVES, G. N.; SILVA, A. P. L. II Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido. Aplicação do Método Volumétrico para Mensuração e acompanhamento da vazão de nascentes na serra da Caiçara, no Município de Maravilha, Alagoas. 2017.

SERHI/HISA (2002). BACIAS HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DE ALAGOAS. DISPONÍVEL EM:

<http://perh.semarh.al.gov.br/quadros/zoneamentodosistemahidrografico/baciashidrograficas.htm>.

SILVA, A. P. L.; FERREIRA NETO, J. V.; SILVA, J. H. S. Estudo da vazão hídrica nas nascentes da Serra da Caiçara, município de Maravilha – Alagoas. Revista Reflexão e Práticas Geográficas. Maceió/AL, v. 1, n. 1, p. 82-92, jul./dez. 2014.

SILVA, T. S. S.; BRITO, P. L. C.; SANTOS, C. G.; MAGALHÃES, I. D.; SOUZA, R. B.; ALMEIDA, C. A. C. Diagnóstico ambiental de nascentes na bacia hidrográfica do Rio Piauí, Alagoas. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.13, n. 3, p. 399-403, Pombal – PB, 2018.

TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; RIBEIRO, C. A. A. S.; FIRME, D. J.; LEITE, F. P. Diagnóstico hidroambiental da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, município de Guanhões, MG, Brasil. Revista Ambiente & Água, Taubaté, v. 4, n. 1, p. 156-168, 2009. (doi:10.4136/ambi-agua.80).

CAPÍTULO II: AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE NASCENTES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CORURIFE, LITORAL SUL DE ALAGOAS

RESUMO

As bacias hidrográficas vêm sofrendo degradação ambiental constante em várias partes do mundo e, dependendo da atividade antrópica, pode ocorrer com maior ou menor intensidade; e isso inclui a falta de vegetação ciliar e erosão das margens dos rios. Dessa forma, é fundamental que haja o monitoramento de tais regiões através de parâmetros diversos para que seja possível fazer um levantamento integrado. O objetivo geral desse trabalho foi avaliar parâmetros organolépticos, físicos, químicos e microbiológicos das águas das nascentes da bacia hidrográfica do rio Coruripe, no litoral sul de Alagoas. Para as análises da água, foram avaliados os seguintes parâmetros: demanda bioquímica de oxigênio, aspecto, gosto, odor, cor verdadeira, pH, alcalinidade, sólidos totais dissolvidos, temperatura, condutividade, fosfato total, turbidez, dureza total, nitrito, nitrato, sulfato, cloretos, ferro e coliformes (totais e termotolerantes). Ao comparar os resultados obtidos com os parâmetros que têm valores de referência pela resolução CONAMA 357/2005 e/ou PORTARIA Nº 2.914/2011 do MINISTÉRIO DA SAÚDE, verificou-se que, exceto para o pH, todos os pontos apresentaram valores que se encontravam dentro dos limites estabelecidos para águas doces classe 2. A maioria das amostras apresentou resultados positivos para coliformes totais, mas em nenhuma foi encontrada bactérias do grupo de coliformes termotolerantes. Conclui-se que apesar das nascentes apresentarem em sua maioria grau de preservação ambiental bom e atenderem aos padrões de potabilidade aceitável pela legislação, o cálculo do índice de qualidade de água permitiu classificá-las como de qualidade boa e razoável. Isso pode sinalizar um processo inicial de degradação e evidencia a importância do manejo adequado e ações mitigadoras, para as áreas da bacia hidrográfica impactadas, além de políticas municipais que visem à preservação e aumento do fluxo dos cursos d'água, que influencia diretamente na quantidade e na qualidade das águas e conseqüentemente da população.

Palavras-chave: Monitoramento ambiental; Potabilidade da água; Qualidade da água; Nascentes.

HYDROENVIRONMENTAL DIAGNOSIS OF SPRINGS OF THE CORURIFE RIVERHYDROGRAPHIC BASIN ON THE SOUTH COAST OF ALAGOAS

ABSTRACT

The hydrographic basins have been suffering constant environmental degradation in several parts of the world and, depending on the anthropic activity, it can occur with greater or lesser intensity; and this includes the lack of riparian vegetation and erosion of river banks. Thus, it is essential to monitor such regions through different parameters so that an integrated survey can be carried out. The general objective of this study was carrying out an environmental diagnosis around the springs; and to evaluate organoleptic, physical, chemical and microbiological parameters of the waters of the springs of the hydrographic basin of the river Coruripe, in the south coast of Alagoas. For water analysis, following parameters were evaluated: biochemical oxygen demand, appearance, taste, odor, true color, pH, alkalinity, total dissolved solids, temperature, conductivity, total phosphate, turbidity, total hardness, nitrite, nitrate, sulfate, chlorides, iron and coliforms (total and thermotolerant). When comparing the results obtained with the parameters that have reference values by CONAMA resolution 357/2005 and/or PORTARIA No. 2,914/2011 from MINISTÉRIO DA SAÚDE, it was found that, except for pH, all points presented values that were within the limits established for class 2 fresh waters. The results also indicated that the surroundings of 7 of the studied springs can be classified as having a good degree of preservation. Most samples showed positive results for total coliforms, but none of them found bacteria from the thermotolerant coliform group. To calculation of the water quality index allowed the classification of the studied springs as of reasonable or poor quality. It is concluded that all springs presented anthropic disturbances, indicating the environmental changes that the springs have suffered over time. This highlights the importance of proper management and mitigating actions for the impacted watershed areas, in addition to municipal policies aimed at preserving and increasing the flow of water courses, which directly influences the quantity and quality of water and consequently the population.

Keywords: Environmental monitoring; Potability of water; Water quality.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural indispensável à vida e as atividades humanas, sendo a natureza sua grande recicladora através do funcionamento de complexos processos hidrológicos, que envolve entre outros, o escoamento, infiltração e afloramento da água (GOMES *et al.*, 2005; GRIBBIN, 2016).

O Brasil detém o maior volume de água disponível para o consumo humano, com cerca de 12% das reservas mundiais, como o Aquífero Grande Amazônia – SAGA, com reservas hídricas estimadas em 162.520 km³ (VICTORINO, 2007; ABREU, *et al.*, 2013). No entanto a disponibilidade da água potável, não se traduz nas mesmas proporções, visto que está sujeita a alterações principalmente à jusante de áreas urbanizadas. Em consequência das ações antrópicas, a qualidade da água nessas regiões pode decair ao ponto de se tornar imprópria para o consumo, já que o crescimento populacional desordenado gera problemas de ordem sanitária, social e ambiental (CURADO *et al.*, 2018). Se anteriormente estava associada a condições naturais do meio ambiente, atualmente a qualidade da água superficial e subterrânea tem sido relacionada diretamente ao comportamento dos seres humanos (STEFFENS *et al.*, 2015).

Por outro lado, a demanda por água tratada aumenta gradativamente, sendo qualidade e quantidade dois indicativos fundamentais para a saúde e desenvolvimento da sociedade. Nesse contexto, uma das 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).

A fim de se avaliar a qualidade da água nos corpos hídricos, as análises físico-químicas e microbiológicas são largamente utilizadas como parâmetros indicadores da qualidade, sendo a resolução CONAMA 357/2005 e a PORTARIA Nº 2.914/2011 do MINISTÉRIO DA SAÚDE os documentos norteadores utilizados neste trabalho para comparar os resultados obtidos nas análises aos que devem ser seguidos. Além disso, o monitoramento é um dos principais instrumentos de sustentação de uma política de planejamento e gestão de recursos hídricos, visto que funciona como um sensor que possibilita o acompanhamento do processo e

apresenta seus efeitos sobre as características qualitativas das águas, visando subsidiar as ações de controle ambiental (ALMEIDA *et al.*, 2017).

Considerando que a água, devido às suas propriedades de solvente e à capacidade de transportar partículas, se inter-relaciona com as propriedades físico-geográficas (bacia hidrográfica, geologia, geomorfologia, uso e ocupação e rede de drenagem), é capaz de conferir características próprias a cada ecossistema. Dessa forma, pode-se dizer que a qualidade da água é determinada em função da bacia hidrográfica (TUCCI, 1993).

A bacia hidrográfica Coruripe, por exemplo, se caracteriza por sua forma alongada, com extensão de cerca de 140 km, e largura variando entre o mínimo de 6 km na sua parte central, até um máximo de 30 km na parte superior. O sistema hidrográfico é constituído pelo curso d'água principal, do rio Coruripe, e por diversos afluentes de pequeno porte, a maioria intermitentes, destacando-se pela margem direita os riachos Panelas, Vitorino, Peixe e Riachão, e pela margem esquerda, os riachos Canabrava, Lunga, Passagem, Francisco Alves, Cruzes, Urutu e São José.

Por estar inserida num território que apresenta divergentes características climáticas, geológicas e por estar inserida em diferentes mesorregiões, a vertente da bacia do Rio Coruripe necessita ser compreendida e ser restaurada para favorecer o bem-estar social a partir dos recursos hídricos existentes. Segundo Duarte e Lopes (2021), em muitos trechos da bacia, devido à estiagem dos últimos anos, houve perda arbórea; além disso, o regime pluviométrico abaixo do normal fez com que boa parte do rio sofresse assoreamento e a ausência de água na referida região proporcionando o desgaste dos solos. Ainda segundo os autores, à montante da bacia do Coruripe, mais precisamente na nascente, existem preocupações relacionadas à insuficiência hídrica suscitada com a pouca presença de florestamento, a qual seria uma forma de recuperar e reter água nas nascentes do referido rio. Neste sentido, destaca Santos *et al.* (2016) a importância de estudos que visem o diagnóstico do nível de degradação ambiental, principalmente dos afluentes nas cabeceiras de drenagem de uma bacia. Assim sendo, ações de conservação e proteção das matas sejam implementadas dentro da bacia.

Partindo dessa premissa, o objetivo desse artigo foi realizar análise da qualidade da água da bacia do Rio Coruripe, por meio da avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos, bem como a identificação de potenciais fontes

poluidoras, a fim de se obter resultados úteis à proposição de medidas que preservem e melhorem a qualidade ambiental da referida bacia.

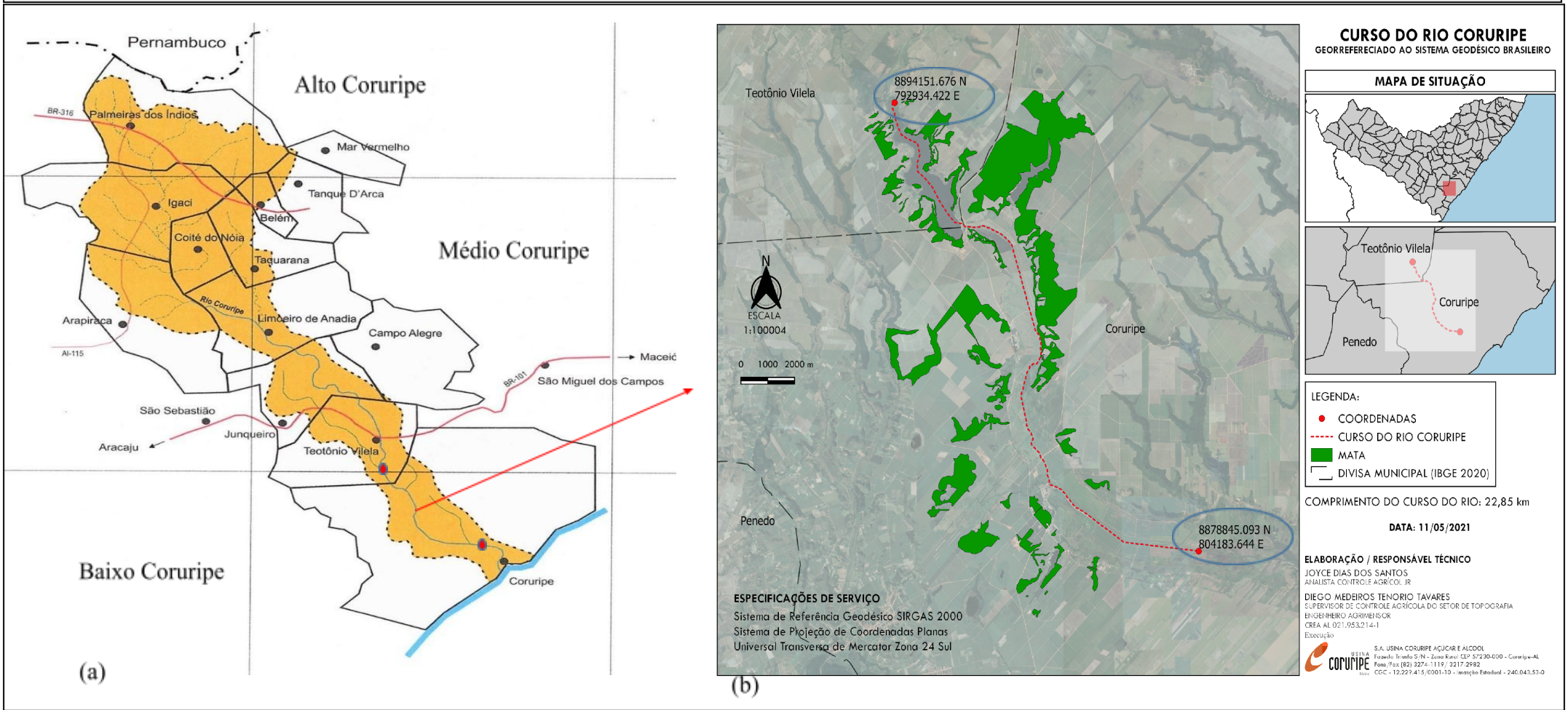
MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

A pesquisa foi realizada na Região Hidrográfica do Rio Coruripe, que é composta por quatro rios, a saber: Coruripe, Conduípe, Riacho da Barra e Adriana. Tem uma extensão de 1.562 Km² e administrativamente divide-se em três porções geográficas: Alto, Médio e Baixo Coruripe, abrangendo áreas de treze municípios. Sendo o Alto Coruripe - Palmeira dos Índios, Mar Vermelho, Tanque D'arca, Belém, Igaci e Coité do Nóia. Médio Coruripe – Taquarana, Arapiraca, Limoeiro de Anadia, Campo Alegre, Junqueiro e Teotônio Vilela. Baixo Coruripe - o município de Coruripe, região litorânea do estado de Alagoas (Figura 09a).

A área de estudo, foi delineada pelo recorte espacial compreendido entre os municípios de Teotônio Vilela e Coruripe, com extensão de 22,85 km. Sendo a maior inserção no segundo município. A delimitação situa-se entre os pares de coordenadas com o ponto inicial em 8894151.676 N, 792934.422 E, e final nas coordenadas 8878845.093 N, 804183.644 E (Figura 09b). As fazendas visitadas são propriedades privadas, de produção de cana-de-açúcar, pertencentes a S.A Usina Coruripe, Açúcar e Álcool. A vegetação nativa encontrada é de domínio Atlântico, classificada como Floresta Ombrófila Aberta com transição para Floresta Estacional Semidecidual (MACHADO, *et al.*, 2012) os fragmentos em sua maioria são Áreas de Preservação Permanentes – APP. Porém, Unidades de Conservação como Reserva Particular do Patrimônio Natura – RPPN e Reserva da Biosfera da Mata Atlântica – RBMA, foram encontradas e apresentavam estratos em diferentes estágios sucessionais, situados em tabuleiros, encostas com grandes declividades e várzeas.

Figura 09 – Ilustração da Bacia Hidrográfica do Rio Coruripe com municípios por divisão administrativa (a). Delimitação da área de estudo (b).

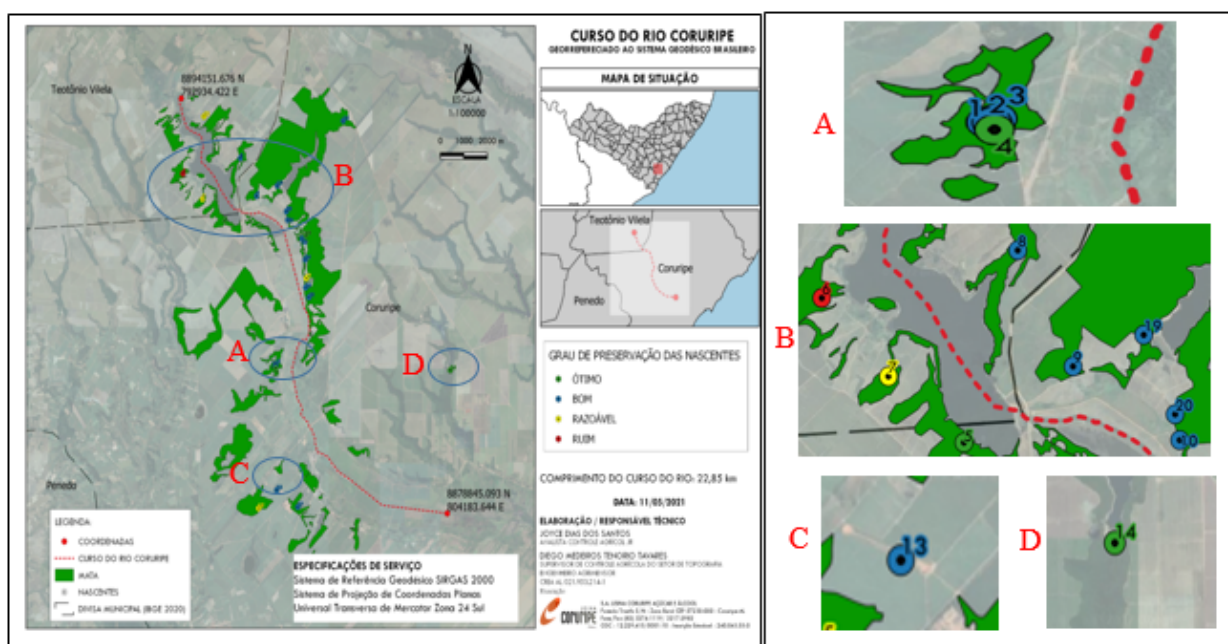


Fonte: Adaptado do Plano Diretor de Recursos Hídricos PDRH- Coruripe, 2022.

Amostragem

Os pontos de coleta para o desenvolvimento desse trabalho foram escolhidos tendo como critério o grau de preservação das nascentes (Tabela 04), as quais são classificadas a partir da avaliação macroscópica como: bom, ótimo, razoável e ruim (GOMES *et al.*, 2015). Foram incluídas na pesquisa apenas uma nascente classificada como ruim, razoável e ótimo; e sete com grau bom de preservação (Tabela 04). Dessa forma, foram determinados 10 pontos para realização de análises da qualidade físico-química e microbiológica da água ao longo do trecho estudado no rio Coruripe (Figura 10).

Figura 10 – Localização dos pontos de coleta das amostras físico-química e microbiológica na Bacia Hidrográfica do Rio Coruripe (A, B, C e D), com as nascentes identificadas por cores de acordo com seu grau de preservação.

















Fonte: Setor de Topografia – Usina Coruripe, 2022.

Para cada ponto, a amostra de água foi armazenada em duas garrafas de boro silicato Duran de 1L (previamente esterilizadas e rotuladas de acordo com a Tabela 04), sendo uma destinada para análises físico-químicas (algumas foram realizadas *in situ*) e outra para análise microbiológica. Todas foram 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. O intervalo de tempo entre a coleta das amostras e a execução das análises para monitoramento de sua qualidade foi controlado, visando não comprometer os resultados. As coletas e análises foram realizadas nos meses de dezembro de 2021 e janeiro de 2022.

Tabela 04. Códigos utilizados nas amostragens das análises físico-químicas da água e critérios de inclusão a partir da classificação do grau de preservação da nascente.

Código	Local de coleta	Classificação de preservação do entorno da nascente
ID_1	Fazenda Olho D'água (Captação)	
ID_2	Fazenda Olho D'água (Tubulação)	
ID_3	Fazenda da Olho D'água (Cerca/Captação)	
ID_6	Nascente Da Fazenda Gravatá de Baixo (Piscina Cachoeira)	
ID_7	Nascente Da Fazenda Gravatá de Baixo (Lavagem de Roupa)	
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 Na Encosta do Gravatá (Captação)	
ID_14*	Nascente Da Fazenda Riacho Seco (Barragem Francisco Alves)	
Legenda: Ótimo		*Unidade de Conservação RPPN
		
Bom		
		
Razoável		
		
Ruim		
		

Fonte: Autores, 2022.

Análises Físico-Químicas

Para as análises dos parâmetros físico-químicos *in situ*, foi utilizado um medidor óptico (Instrutherm™, modelo MO-880) para obtenção de dados de pH, temperatura, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido. Para a determinação da turbidez nas amostras, foi utilizado um turbidímetro (PoliControl modelo AP2000). Para as demais análises físico-químicas e organolépticas (gosto, odor, cor verdadeira, alcalinidade, sólidos totais dissolvidos, fósforo total, dureza total, nitrito, nitrato, sulfato, cloretos, ferro e demanda bioquímica de oxigênio – DBO₅), as metodologias utilizadas seguiram os protocolos do manual “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*” (APHA, 2012) e foram realizadas em laboratório.

Análise Microbiológica

Para a avaliação dos coliformes totais, utilizou-se a técnica do número mais provável (NMP) também conhecido como método de tubos múltiplos. Na primeira etapa (ensaio presuntivo), foram retirados assepticamente 10 mL de amostra e preparadas duas diluições sucessivas (10^{-1} e 10^{-2}). Em seguida, 1 mL de cada diluição foi transferida para tubos com 9mL de Caldo Lauril Sulfato de Sódio (LST) contendo tubos de Duran invertidos, sendo então incubados a $35 \pm 1^\circ\text{C}$, por 24 horas. Os tubos que, após o período de incubação, apresentaram formação de gás, tiveram alíquotas inoculadas em novos tubos contendo 9 mL de Caldo verde brilhante (VB) 2% contendo tubos de Duran invertidos (ensaio confirmativo). Todos esses experimentos foram realizados em triplicata, bem como todos os equipamentos (campo ou laboratório) foram devidamente calibrados seguindo as instruções dos fabricantes. Os resultados obtidos foram analisados, discutidos e comparados com os padrões de consumo humano e potabilidade determinados na legislação brasileira CONAMA N°357/2005 e PORTARIA N° 2.914/2011 do MINISTÉRIO DA SAÚDE.

Análise Estatística

Médias e desvios padrão para cada parâmetro estudado em todas as amostras 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, nitrato, sulfato, cloretos, alcalinidade total e dureza). Os dados foram dispostos em uma matriz de correlação através do *software* livre R, utilizando os pacotes "performance analytics" e "Hmisc". Foi utilizado os postos de Spearman para fazer a correlação por se tratar de dados que não são de distribuição normal. O nível de significância utilizado de 5%.

O coeficiente de correlação de Spearman fornece um valor matemático para medir a força e a magnitude da relação monótona entre duas variáveis, variando de -1 a +1, onde +1 representa que as variáveis são monotonamente relacionadas de maneira perfeita (à medida que x aumenta, y aumenta). Zero representando nenhuma relação monótona entre variáveis (x e y não têm padrão), enquanto -1 representa uma relação inversa absoluta entre as variáveis (como x aumenta, y diminui).

Índice de Qualidade da Água (IQA)

Com o objetivo de avaliar o atual estado das águas das nascentes foi calculado o índice de qualidade da água (IQA) seguindo a metodologia padronizada pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2019). O IQA das nascentes foi calculado pelo produto ponderado das notas atribuídas a cada característica de qualidade de água: temperatura, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅), coliformes termotolerantes, nitrato, fósforo total, sólidos totais e turbidez. O cálculo do IQA é realizado por meio do produto ponderado dos nove parâmetros com base na equação:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Sendo:

IQA= Índice da qualidade da água

qi = qualidade do parâmetro i obtido através da curva média específica

w_i = peso atribuído ao parâmetro, em função de sua importância na qualidade.

Em seguida, os valores do IQA obtidos para as nascentes foram comparados com os valores de referência para determinar a qualidade das águas (ANA, 2022), os quais são classificados em faixas, que variam entre os estados brasileiros, conforme apresentado na (Tabela 05).

Tabela 05 – Classificação do IQA.

Faixas de IQA utilizadas nos seguintes Estados: AL, MG, MT, PR, RJ, RN, RS	Faixas de IQA utilizadas nos seguinte 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).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

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. Por isso, a resolução CONAMA N°357/2005 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, enquanto a PORTARIA N° 2.914/2011 do MINISTÉRIO DA SAÚDE (MS) dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Todos os resultados das análises organolépticas/físicas (Tabela 06) e químicas (Tabela 07) foram comparados com as condições aplicadas a corpos de água doce classe 2.

Tabela 06 - Médias e desvios-padrão dos valores dos parâmetros físicos e resultados das análises organolépticas das amostras de água das nascentes localizadas na bacia do Rio Coruripe (Coruripe-AL).

PARÂMETROS			RESULTADOS									
Organolépticos e Físicos	Unidade	VMP CONAMA e/ou MS	ID_1	ID_2	ID_3	ID_6	ID_7	ID_8	ID_9	ID_10	ID_13	ID_14
Aspecto	*	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido
Gosto	*	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Odor	*	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro
Cor verdadeira	mg Pt – Co/L	75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Condutividade	µS/cm	NC	167,70 ± 15,30	179,20 ± 12,50	170,60 ± 19,14	191,70 ± 14,87	161,00 ± 9,52	155,80 ± 12,00	195,70 ± 9,41	166,70 ± 14,30	153,10 ± 11,70	183,70 ± 9,65
STD	mg/L	1000	125,77 ± 11,30	134,40 ± 14,00	127,95 ± 9,50	143,77 ± 11,20	120,75 ± 17,80	116,85 ± 12,60	146,77 ± 9,50	125,02 ± 8,20	114,82 ± 9,00	137,77 ± 8,70
Turbidez	NTU	100 NUT	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Temperatura	°C	NC	27,10 ± 0,01	27,00 ± 0,00	27,30 ± 0,02	26,70 ± 0,00	26,70 ± 0,00	27,00 ± 0,03	27,00 ± 0,00	27,10 ± 0,04	26,70 ± 0,00	26,60 ± 0,00
pH	U pH	6,00 a 9,00	5,36 ± 0,20	6,48 ± 0,12	5,61 ± 0,00	5,79 ± 0,30	5,07 ± 0,00	5,83 ± 0,05	5,97 ± 0,05	4,83 ± 0,00	6,08 ± 0,10	4,81 ± 0,04

Legenda: CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente; ID_n - código de identificação da nascente; MS – Ministério da Saúde; NC – não consta; ND – não detectado; NMP – Número Mais Provável; NO – não objetável; VMP – Valor Máximo Permitido. **Fonte:** Autores, 2022.

Tabela 07 - Médias e desvios-padrão dos valores dos parâmetros químicos das amostras de água das nascentes localizadas na bacia do Rio Coruripe (Coruripe-AL).

PARÂMETROS			RESULTADOS									
Químicos	Unidade	VMP CONAMA e/ou MS	ID_1	ID_2	ID_3	ID_6	ID_7	ID_8	ID_9	ID_10	ID_13	ID_14
DBO ₅₋₂₀	mg/L	5	0,80 ± 0,01	1,50 ± 0,10	0,90 ± 0,00	0,95 ± 0,04	0,70 ± 0,01	0,75 ± 0,01	0,90 ± 0,01	1,30 ± 0,02	0,80 ± 0,00	1,00 ± 0,00
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	NC	218,00 ± 14,02	160,00 ± 18,00	150,0 ± 4,35	164,00 ± 21,00	162,00 ± 11,00	86,00 ± 6,50	84,00 ± 10,00	224,00 ± 22,58	94,00 ± 7,67	250,00 ± 23,50
OD	mg O ₂ /L	NC	7,30 ± 0,32	6,50 ± 0,40	7,50 ± 0,00	5,80 ± 0,05	7,20 ± 0,20	6,40 ± 0,52	6,90 ± 0,20	5,30 ± 0,10	7,20 ± 0,25	6,90 ± 0,10
Nitrato	mg NO ₃ ⁻ N/L	10,00	1,33 ± 0,05	3,55 ± 0,02	1,33 ± 0,01	3,33 ± 0,01	1,11 ± 0,00	5,55 ± 0,03	1,33 ± 0,05	7,11 ± 0,02	1,78 ± 0,11	2,44 ± 0,05
Nitrito	mg NO ₂ ⁻ N/L	1,00	ND	0,75	0,19	ND	ND	0,17 ± 0,00	0,04 ± 0,00	0,55 ± 0,00	0,48 ± 0,00	ND
Sulfato	mg L ⁻¹ S-SO ₄ ²⁻	250,00	4,21 ± 0,03	9,27 ± 0,33	3,37 ± 0,42	8,85 ± 0,50	3,37 ± 0,08	5,03 ± 0,21	9,27 ± 0,35	3,37 ± 0,05	5,90 ± 0,40	0,83 ± 0,42
Cloretos	mg/L	250,00	37,63 ± 3,20	45,44 ± 2,00	39,05 ± 1,40	45,44 ± 1,20	35,50 ± 14,00	37,63 ± 7,20	53,25 ± 5,20	19,17 ± 0,25	31,24 ± 4,00	52,54 ± 5,30
Fe ³⁺	mg/L	0,30	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Fe ²⁺	mg/L	0,30	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Fosfato Total	mg P/L	NC	0,03 ± 0,00	0,03 ± 0,00	0,03 ± 0,00	ND	0,02 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,03 ± 0,00	0,03 ± 0,00	0,02 ± 0,00	ND
Alcalinidade Total	mg CaCO ₃ /L	NC	9,70 ± 0,05	29,10 ± 0,10	9,70 ± 0,15	29,10 ± 0,00	19,40 ± 0,00	29,10 ± 0,05	29,10 ± 0,01	9,70 ± 0,05	29,10 ± 0,05	19,40 ± 0,00

Legenda: CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente; ID_n - código de identificação da nascente; MS – Ministério da Saúde; NC – não consta; ND – não detectado; NMP – Número Mais Provável; NO – não objetável; VMP – Valor Máximo Permitido. **Fonte:** Autores, 2022.

Os resultados das análises organolépticas mostraram que todas as amostras estão dentro dos limites preconizados pela Resolução CONAMA e portaria do MS. Porém alguns dos parâmetros físico-químicos averiguados na presente pesquisa não constam na Resolução CONAMA ou na portaria do MS, sendo eles: condutividade, temperatura, fosfato, alcalinidade, dureza, oxigênio dissolvido e cloretos. Todavia, é possível estabelecer algumas inferências quando comparado com os resultados da literatura.

A média do valor de condutividade elétrica (CE) foi de $172,52 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1} \pm 14,62$ nas amostras analisadas. Apesar de não ter um limite estabelecido pelo CONAMA 357/2005 para valores de CE, sabe-se que este parâmetro está intimamente ligado ao teor de sais dissolvidos (íons) numa amostra. Por esta razão, alguns autores destacam que condutividade elétrica elevada na água pode estar relacionada aos impactos ambientais na bacia hidrográfica, podendo variar de 100 a $10.000 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ para águas com alto grau de contaminação por esgoto (GASPAROTTO, 2011; FREDDO FILHO, 2018). Porém, outros fatores também podem afetar os valores desse parâmetro. No presente estudo, verificou-se correlação fraca e negativa ($\rho = -0,16$) entre a condutividade e oxigênio dissolvido, enquanto houve correlação forte e positiva ($\rho = 0,85$) entre condutividade e cloretos (Tabela 08). Considerando que todos os valores obtidos estão 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.

Tabela 08 - Correlações de Spearman entre as variáveis: condutividade, temperatura, pH, alcalinidade total, dureza total, oxigênio dissolvido, nitrato, sulfato e cloretos.

	DBO	Condutividade	Temperatura	pH	Alcalinidade Total	Dureza Total	O ₂	Nitrato	Sulfato	Cloretos
DBO	1	0,55	0,08	-0,03	0,62	0,43	-0,51*	0,56	0,08	0,34
Condutividade		1	0,00	0,07	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**	-0,02	0,08	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
O₂		-	-	-	-	-	1	-0,35	-0,03	-0,10
Nitrato		-	-	-	-	-	-	1	0,072	-0,23
Sulfato		-	-	-	-	-	-	-	1	0,33
Cloretos		-	-	-	-	-	-	-	-	1

Legenda: * pouco significante, ** significante, *** muito significante.

A temperatura da água das nascentes não apresentou variação significativa, com média de $26,9^{\circ}\text{C} \pm 0,23$. 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 condutividade elétrica das rochas (PIRATOBA *et al.*, 2017). Neste estudo, verificou-se correlação pouco significativa e positiva ($\rho=0,28$) entre a temperatura e oxigênio dissolvido (Tabela 08), tal fato não era esperado uma vez que a temperatura afeta o oxigênio.

A capacidade para dissolver metais e lixiviar minerais das rochas pode ser determinada pelo valor do pH (THOMPSON, 2007). Portanto, esse parâmetro é essencial na análise de qualidade da água. Os valores de pH variaram entre 4,81 e 6,48, tendo como valor médio para todas as nascentes $5,58 \pm 0,56$, sendo tais valores considerados ligeiramente ácidos (ZERWES *et al.*, 2015). A Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde recomenda um pH na faixa de 6,5 a 8,8 para água potável, tolerando valores entre 6,0 e 9,0. No presente trabalho, 80% das amostras das nascentes analisadas apresentaram valores um pouco abaixo do padrão. Mesmo estando fora da neutralidade, os resultados são considerados normais para ambientes naturais, nos quais o pH varia entre 4 e 9. Quando não existem fontes externas de poluição a montante, como efluentes industriais ou esgotos domésticos, o pH pode ser influenciado pelo tipo do solo (EMBRAPA, 2006; ALMEIDA *et al.*, 2017). Entretanto, durante as coletas foi possível constatar atividades antrópicas em alguns pontos; os afluentes que apresentaram maiores índices de interferência humana foram os que apresentavam maior quantidade de resíduos domésticos no seu entorno. Isso pode acarretar, principalmente durante o período chuvoso, o transporte e acúmulo de poluentes na água, inferindo na sua qualidade.

A pouca significância do pH com DBO ($\rho=-0,03$) demonstra a não relação da acidez da água com fontes orgânicas. Sabe-se que a dureza e a alcalinidade são os principais componentes do sistema tampão da água, responsável por impedir variações bruscas no pH e de assimilar o excesso de gás carbônico. Além disso, o pH regula a toxicidade de diversos compostos, especialmente a amônia. No presente estudo, verificou-se correlação forte e negativa entre pH e dureza total ($\rho=-0,72$). Geralmente ambientes com pH próximos à neutralidade apresentam uma dureza mole dado pelas baixas concentrações de carbonatos, sendo a reação com o CO_2 para a produção de bicarbonato desprezível.

Sabe-se que a alcalinidade é um parâmetro diretamente relacionado à estabilidade do pH, manutenção dos processos de respiração dos microrganismos e decomposição de matéria orgânica. Tendo em vista esses aspectos, Moraes (2008, *apud* COELHO *et al.*, 2015) determina que para a boa eficiência desses processos, a alcalinidade total deve estar na faixa de 30 a 500 mg/ L. A alcalinidade varia devido a diferenças geológicas e não há padrão de potabilidade definido para este parâmetro, ficando este efeito limitado pelo valor do pH. A água doce geralmente tem níveis de alcalinidade de 20-200 mg/L (BRASIL, 2004); o que pode acontecer quando a amostra está fora dessa faixa é alteração no paladar e a rejeição da água em concentrações inferiores àquelas que eventualmente possam trazer prejuízos mais sérios. Níveis abaixo de 10 mg/L não são indicativos de poluição e/ou interfere 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 ($\rho= 0,62$).

A determinação de cloretos, no presente trabalho, refere-se aos compostos de sais minerais dissolvidos na água. Esses sais, quando em concentrações elevadas, podem conferir sabor salino às águas além de ser um fator indicativo de contaminação por indústrias químicas e esgoto doméstico. Assim, o padrão de aceitação da quantidade de cloretos em águas destinadas ao consumo humano estabelece o máximo de 250 mg. L⁻¹ (BRASIL, 2005; BRASIL, 2011), valor acima dos encontrados nas amostras analisadas (Tabela 07).

A principal fonte de turbidez é a erosão do solo e está relacionada às partículas provenientes de fragmentos naturais, orgânicos ou inorgânicos, cuja presença influi na qualidade da água (QUEIROZ, 2017). A legislação vigente determina que o valor máximo aceitável para turbidez em águas doce de classe 2 destinada ao consumo humano seja de até 100 NTU (BRASIL, 2005). As amostras do presente trabalho não apresentaram valores para turbidez (Tabela 06).

A presença de nitratos em corpos hídricos normalmente é oriunda de fontes naturais (rochas ígneas, drenagem da terra e decomposição de plantas e tecidos animais) e seu excesso pode causar problemas significativos na água, como a eutrofização. O valor máximo permitido é de 10,00 mg NO₃⁻N/L, tanto pela

Resolução CONAMA como na portaria do MS, e nas amostras do presente trabalho os valores ficaram abaixo do preconizado.

Os valores de fósforo total foram baixos (Tabela 07). Tal fato era esperado, uma vez que elevadas concentrações desse parâmetro podem ser decorrentes da degradação da matéria e levar à eutrofização, diminuindo o teor de oxigênio dissolvido na água.

Um dos parâmetros mais fundamentais para a manutenção da vida aquática aeróbia é o oxigênio dissolvido. Utilizada por microrganismos aeróbios, bactérias podem reduzi-lo sobremaneira até níveis que não mais sustentam a vida aeróbia. Nessa situação, tem-se a instalação de um ambiente anaeróbio com a consequente formação de maus odores (VON SPERLING, 2007).

De acordo com Malaman *et al.* (2020), em muitos casos não é viável avaliar o impacto ambiental de um corpo d'água apenas através das avaliações físico-químicas; portanto há necessidade de também serem realizadas análises microbiológicas. Exceto pelas amostras ID_8 (Nascente da Encosta do Damião) e ID_14 (Nascente da Fazenda Riacho Seco), verificou-se contaminação por coliformes totais nas demais amostras. Conforme a Portaria Nº 2.914/2011 (MS), a água potável deve ser límpida, não possuir gosto e cheiro indesejável, ser isenta de microrganismos e substâncias em altas quantidades que possa acarretar riscos à saúde (BRASIL, 2011). 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 (SILVA, 1997; BOELEEE *et al.*, 2019). Todavia, vale esclarecer que a presença de coliformes totais, por si só, não implica que a água esteja comprometida, mas pode indicar a presença de bactérias potencialmente patogênicas do grupo de coliformes termotolerantes (comumente chamados de coliformes fecais).

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 nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, estabelece como padrão de potabilidade, para a água destinada ao consumo

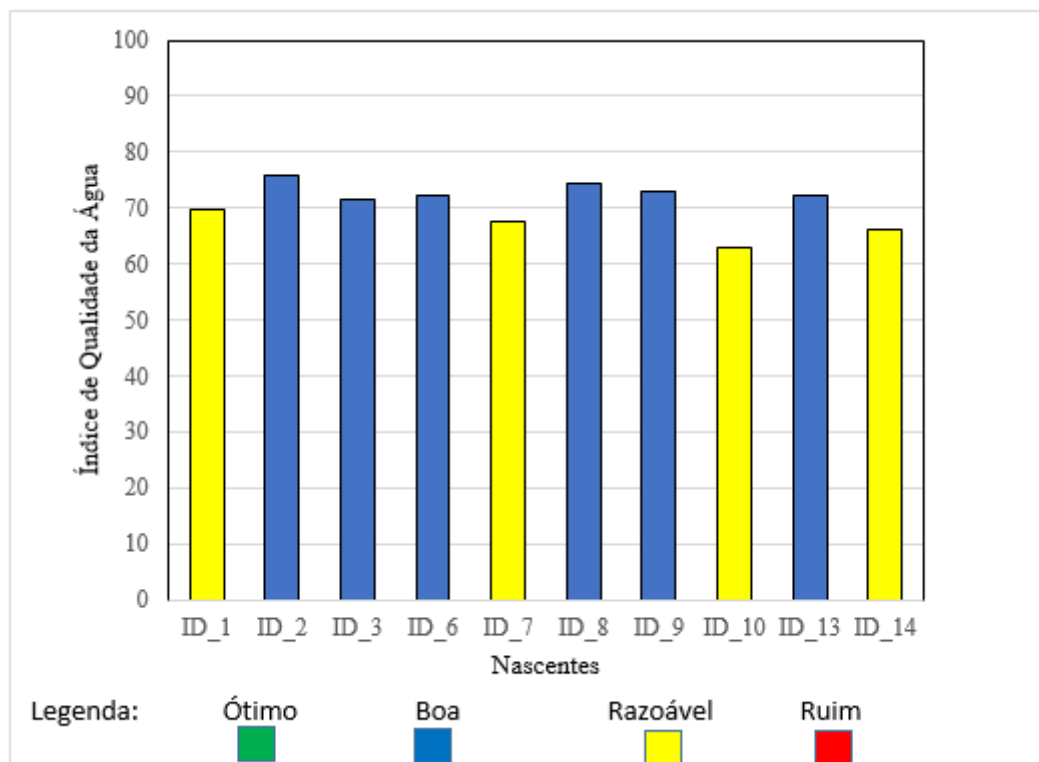
humano, a ausência de bactérias do grupo dos coliformes termotolerantes. No presente estudo, em nenhuma amostra foi detectada a presença de bactérias desse grupo. Logo, é possível que a presença de coliformes totais observadas nas nascentes seja dada por meio de alguma matéria orgânica em decomposição, 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 evidencia presença de contaminação fecal promovendo doenças de veiculação hídrica, comprometendo assim a utilização do rio para a comunidade local. Considerando os resultados obtidos nas contagens de coliformes termotolerantes, comparados com o padrão exigido, pode-se afirmar que as amostras avaliadas apresentaram baixa qualidade higiênico-sanitária.

Índice de Qualidade da Água (IQA)

O IQA das nascentes estudadas encontra-se na (Figura 11). O maior IQA (75,88) foi para a nascente ID_2 Fazenda da Olho D'água (Tubulação), sendo classificada como “boa”, segundo a Agência Nacional das Águas para o estado de Alagoas. ID_3 Fazenda da Olho D'água (Cerca/Captação), ID_6 Nascente da Fazenda Gravatá de Baixo (Piscina Cachoeira), ID_8 Nascente da Encosta do Damião, ID_9 Nascente Sede Poção (Piscina do Poção) e ID_13 Nascente da Encosta do Gravatá (Captação) receberam a mesma classificação. Os outros pontos, por sua vez, foram categorizados como “razoáveis”.

Figura 11 - Representação gráfica do índice de qualidade da água (IQA) das dez nascentes localizadas na bacia do Rio Coruripe (Coruripe-AL).



Fonte: Autores, 2022.

O IQA representa uma ferramenta de gestão ambiental para o monitoramento da qualidade dos recursos hídricos, tendo sido desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento. Através do IQA é possível prever as condições do manancial superficial ao longo do tempo, reduzir custos e tempo e fornecer resultados de fácil interpretação (SILVEIRA *et al.*, 2014). Diversos autores, porém, ressaltam a necessidade de adequação desse índice. Pinto *et al.* (2009), Toledo e Nicolella (2002) e Cecconello (2018), por exemplo, defendem a importância da utilização de variáveis mais representativas da verdadeira situação do local, bem como seus respectivos pesos.

CONCLUSÃO

As análises físico-químicas revelaram que os valores obtidos nos diferentes pontos de coleta de água das nascentes estão dentro dos padrões permitidos pela Resolução CONAMA 357/2011, sendo classificadas como água doce de classe 2. Apesar da pesquisa ter mostrado que a maioria das amostras analisadas apresentam bactérias do grupo coliforme, nenhuma delas indicou a presença do grupo dos termotolerantes, atendendo assim ao padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano recomendado pela Portaria n° 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde. A análise não paramétrica de Spearman ajudou na compreensão e identificação das correlações entre os parâmetros físico-químicos, ratificando os resultados encontrados e sua relação com o processo de uso do solo. Por sua vez, os resultados do IQA permitiram classificar as nascentes estudadas como de qualidade boa e razoável. Portanto, conclui-se que as nascentes estudadas podem estar sofrendo algum tipo influência direta de atividades antrópicas. No entanto, estudos mais detalhados para entender essa dinâmica são recomendados. Além disso, recomenda-se a criação e efetivação de políticas públicas e socioambientais que visem de forma rigorosa a preservação das nascentes, protegendo também as matas ciliares que promovem a preservação desses mananciais hidrográficos. Sugere-se o acompanhamento dos índices de IQA ao longo do tempo a fim de compreender a influência que a sazonalidade e os diferentes períodos climáticos podem inferir sobre a qualidade da água dos córregos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. C.; SILVA, M. M.; PAULA, M. de. Avaliação do desempenho de uma estação de tratamento de água em relação à turbidez, cor e pH da água. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (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-indice-aguas.aspx> Acesso em: 30 de junho de 2022.

BOELEEE, E.; GEERLING, G.; VAN DER Zaan, B.; BLAUW, A.; VETHAAK, A. D. Water and health: From environmental pressures to integrated responses. Acta Tropica, n. 193, p. 217-226, 2019.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água. 1ª ed. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004.

BRASIL. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe 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, 12 dez. 2011.

BRASIL. *Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005* Conselho Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 10 maio. 2022.

CECCONELLO, S.T.; CENTENO, L.N.; GUEDES, H.A.S. Índice de qualidade de água modificado pela análise multivariada: estudo de caso do Arroio Pelotas, RS, Brasil. Eng Sanit Ambient., v.23 n.5, set/out 2018, 973-978.

CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E.; EATON, A. D. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th. ed. Washington, DC: American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation, 1998. 1325 p.

COELHO, D. A.; SILVA, A. R. S.; CASTRO, T. O.; SANTOS, R. C. G.; PASSOS, A. S. Análise da alcalinidade total e concentração de carbono inorgânico em trechos urbanos de rios: o exemplo do rio Santa Rita, região Sudoeste da Bahia. VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Porto Alegre/RS – 2015.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. 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 de junho de 2022.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução No 357, de 17 de Março de 2005.

CURADO, A. L.; OLIVEIRA, C. C. de.; COSTA, W. R.; ANHÊ, A. C. B. M.; SENHUK, A. P. M. dos. Urban influence on the water quality of the Uberaba River basin: an ecotoxicological assessment. *Revista Ambiente & Água*, v. 13, n. 1, p. 1-10, 2018.

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

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. rev. atual. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

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

GASPAROTTO, F. A. Avaliação Ecotoxicológica e Microbiológica da água de nascentes urbanas no município de Piracicaba-SP. Universidade de São Paulo. Piracicaba, p. 90. 2011.

GOMES, J. V.; TEIXEIRA, J. T. S.; LIMA, V. M. de.; BORBA, H. R. Induction of cytotoxic and genotoxic effects of Guandu River waters in the *Allium cepa* system. *Revista Ambiente & Água*, v. 10, n. 1, p. 1-11, 2015.

GRIBBIN, J.E. Hidrologia Fundamental. Cap. 10. In: Introdução a hidráulica, hidrologia e gestão de águas pluviais. Revisor técnico: Marcelo Libânio; tradutora: Andrea Pisan Soares Aguiar. São Paulo: Cengage Learning , 2016.

Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, 28 maio 2012.

MACHADO, M. A. B. L.; CHAVES, L. F. C.; ROSA NETO, J. L.; LEMOS, R. P. L. Florística do Estrato Arbóreo de Fragmentos da Mata Atlântica do Nordeste Oriental, Município de Coruripe, Alagoas, Brasil. *Revista Ouricuri*, Paulo Afonso, v. 2, n. 2 p. 55-72, jul./dez. 2012.

MALAMAN, A. C. P.; FLUMINHAN JUNIOR, A.; SILVA, W. L.; SANTOS, I. F.; SILVA, P. A. Citogenotoxicidade de águas fluviais urbanas em Presidente Prudente (SP), Brasil, através do teste *Allium cepa*. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v. 11, n. 2, p. 249-265, 2020.

QUEIROZ, M. T. A. Avaliação da qualidade da água da sub-bacia do Rio Piracicaba e da sua área de influência no reservatório da Usina Hidrelétrica de Sá Carvalho, Antônio Dias, MG, Brasil [manuscrito] / Marluce Teixeira Andrade Queiroz. - 2017. 123 p., enc.: il. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.

STEFFENS, C. et al. Water quality assessment of the Sinos River–RSBrazil. *BrazilianJournalofBiology*, v. 75, p. 62-67, 2015.

PINTO, D.B.F.; SILVA, A.M.; MELLO, C.R.; COELHO, G. (2009) Qualidade da água do Ribeirão Lavrinha na região Alto Rio Grande - MG, Brasil. *Ciência e Agrotecnologia*.

PIRATOBA, Alba Rocio Aguilar et al. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. *Revista Ambiente & Água*, v. 12, p. 435-456, 2017.

SANTOS, F.A.; PACIÊNCIA, L.G.M.; MENDES, J.M.; AQUINO, C.M.S. Indicadores biofísicos de degradação ambiental no Parque Nacional de Sete Cidades, Nordeste do Brasil. *Revista de Geociência do Nordeste*, v.2, p.670-680, 2016.

SILVA, Neusely da. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos. Valéria Christina Amstalden - São Paulo : Livraria Varela,1997, p31.

SILVEIRA, T.; REGO, N.A.C.; SANTOS, J.W.B.; ARAÚJO, M.S.B. (2014) Qualidade da Água e Vulnerabilidade dos Recursos Hídricos Superficiais na Definição das Fragilidades Potencial e Ambiental de Bacias Hidrográficas. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 7, n. 4, p. 643-652.

SOUZA, Q.S.; Machado, C.M.S.; Moura, L.O.G.; LIMA, F.S. 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.; FAWEL, J.; Kunikane, S.; JACKSON, D.; APPLEYARD, S.; CALLAN, P.; BARTRAM, J.; KINGSTON, P. Chemical safety of drinking water: assessing priorities for risk management. WHO, Geneva (2007), p. 142.

TOLEDO, L.G.; NICOLELLA, G. (2002) Índice de Qualidade de Água em microbacia sob uso agrícola e urbano. *ScientiaAgricola*, v. 59, n.1, p. 181-186.

TUCCI, C.E.M. Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: Eds. Da UFRGS, 1993.944p.

VICTORINO, C. J. A. Planeta água morrendo de sede: uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos. EDIPUCRS – Porto Alegre, 2007. 231 p. ISBN 978-85-7430-661-2.

von SPERLING, Marcos. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos (Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias; vol. 1). Belo Horizonte: DESA-UFMG, 452p. 2005.

ZERWES, C. M.; et al. Análise da qualidade da água de poços artesianos do município de Imigrante, Vale do Taquari/RS. Ciência e Natura, vol. 37, núm. 3, 2015, pp. 651-663. Universidade Federal de Santa Maria. Brasil.