



Impactos ambientais macroscópicos e qualidade da água em nascentes localizadas na Vila Bananeira, Arapiraca-AL

Macroscopic environmental impacts and water quality in springs located in Vila Bananeira, Arapiraca-AL

Dayrane Rose Celestino da Silva Santos⁽¹⁾; Valdilene Canazart dos Santos⁽²⁾

⁽¹⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3937-6481>; Universidade do Estado de Alagoas (UNEAL), Campus I – Arapiraca-AL, Licenciada em Ciências Biológicas e Discente do curso de Especialização em Tecnologias e Inovações em Sistemas Sócio-Ambientais, BRAZIL, E-mail: dayrane.rose@outlook.com;

⁽²⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3534-7082>; Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Campus Arapiraca-AL, Técnica-pesquisadora Dr^a, BRAZIL, E-mail: valdilene.santos@arapiraca.ufal.br

Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

Recebido em: 17 de abril de 2020; Aceito em: 23 de setembro de 2020; publicado em 31 de 01 de 2021. Copyright© Autor, 2021.

RESUMO: O crescimento populacional vem acompanhado de uma constante degradação do meio ambiente, colocando em risco o equilíbrio ecológico de diversos ecossistemas afetando, direta ou indiretamente, muitas nascentes. Nascentes são sistemas ambientais importantes para a manutenção do equilíbrio hidrológico e são as principais fontes de água para um rio. Nesse contexto, e considerando que a água é um recurso natural imprescindível para diversas atividades humanas, objetivou-se, com este estudo, avaliar o grau de conservação de nascentes localizadas na Vila Bananeira, Arapiraca-AL, através do Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (IIAN), assim como averiguar a qualidade da água proveniente dessas nascentes por meio da análise de alguns parâmetros físico-químicos e microbiológicos nas amostras coletadas. O estudo foi realizado nos meses de Janeiro e Fevereiro de 2020 e dividido em duas etapas. A primeira consistiu em um trabalho de campo com a observação dos parâmetros macroscópicos, para determinação do IIAN. Sete nascentes foram avaliadas. Na segunda etapa, análises laboratoriais foram realizadas para determinação da qualidade da água das nascentes em estudo. Amostras das três nascentes que apresentavam maior volume de água foram encaminhadas aos laboratórios da UFAL/ *Campus* Arapiraca. Parâmetros físico-químicos como: pH, turbidez e condutividade foram determinados utilizando-se aparelhos específicos para este fim. Também foram realizados testes microbiológicos para averiguar a presença de bactérias do grupo coliformes. Para a análise microbiológica, utilizou-se a técnica dos tubos múltiplos. Após as análises, constatou-se que seis nascentes apresentavam grau de conservação razoável (classe C) e uma delas, a nascente denominada “A”, grau de conservação ruim (classe D). Os valores de pH encontrados estavam ligeiramente abaixo daquele exigido pela legislação, mas foram classificados como satisfatórios para consumo humano. Os valores de turbidez estavam dentro da normalidade, considerando os valores de referência apontados pela legislação. Os valores de condutividade encontrados foram: 304,9; 302,1 e 355,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para as nascentes “A”, “B” e “C”, respectivamente. Quanto aos resultados microbiológicos, somente a nascente “A” apresentou contaminação por coliformes fecais. Os resultados encontrados nesta pesquisa, tanto quanto ao grau de conservação da nascente “A”, considerado ruim, como os achados microbiológicos, são preocupantes, dada a importância dessa nascente para a comunidade local e circunvizinha, uma vez que se trata da principal fonte de água da região.

PALAVRAS-CHAVES: conservação, recursos hídricos, impactos sócio-ambiental.

ABSTRACT: Population growth is accompanied by a constant degradation of the environment, putting at risk the ecological balance of several ecosystems, directly or indirectly affecting many river springs. River springs are important environmental systems for maintaining hydrological balance and are the main sources of water for a river. In this context, and considering that water is an essential natural resource for various human activities, the aim of this study was to evaluate the conservation degree of river springs located in Vila Bananeira, Arapiraca-AL, through the Environmental Impact Index in Springs (IIAN), as well as to verify the quality of the water from these river springs analyzing some physical-chemical and microbiological parameters in the samples collected. The study was carried out in the months of January and February 2020 and divided into two stages. The first consisted of fieldwork with the observation of macroscopic parameters to determine the IIAN. Seven river springs were evaluated. In the second stage, laboratory analyzes were performed to determine the water quality of the river springs under study. Samples from the three springs that had the highest water volume were sent to the laboratories at UFAL / *Campus* Arapiraca. Physico-chemical parameters such as: pH, turbidity and conductivity were determined using specific equipments for this purpose. Microbiological tests were also carried out to verify the presence of coliform group bacteria. For the microbiological analysis, the multiple tube technique was used. After the analysis, it was found that six springs had a reasonable level of conservation (class C) and one of them, the source denominated “A”, poor level of conservation (class D). The pH values found were slightly below that required by the legislation, but were classified as satisfactory for human consumption. The turbidity values were within the normal range, considering the reference values indicated by the legislation. The conductivity values found were: 304.9; 302.1 and 355.8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ for river springs “A”, “B” and “C”, respectively. As for the microbiological results, only river springs “A” was reveal contamination by fecal coliforms. The results found in this research, as the degree of conservation of river springs “A”, considered bad, as the microbiological findings, are worrisome, given the importance of this source for the local and surrounding community, since this is the main source of water in the region.

KEYWORDS: conservation, water resources, socio-environmental impacts.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso valioso que está presente em diversas atividades humanas. Com o desenvolvimento populacional e econômico, o uso dos recursos hídricos se torna cada vez mais necessário pela sociedade e com diferentes aplicações. Souza et al. (2014) destacam que muitas são as aplicabilidades dos recursos hídricos na sociedade, sejam elas relacionadas às necessidades pessoais, econômicas e sociais. Os autores ainda mencionam que a qualidade da água está estritamente relacionada ao seu uso e, que este recurso, tem sofrido restrições significativas decorrentes, principalmente, da ação humana.

Ações antrópicas têm tornado a água imprópria para o consumo, podendo ser veículo de várias doenças. A obtenção da água devidamente tratada é um direito de todos e uma questão de saúde pública. Contudo, doenças de veiculação hídrica ainda são frequentes, sobretudo em países em desenvolvimento, em virtude das condições de saneamento que podem acarretar em má qualidade da água (ALVES; ATAIDE; SILVA, 2018). Yamaguchi et al. (2013) destacam que a água pode ser contaminada em vários pontos, inclusive nas nascentes. Embora existam leis que protejam as nascentes, elas são alvos constantes da degradação e da poluição. Desta forma, há o comprometimento de todo o sistema ambiental no qual está inserida, além das atividades humanas que delas se beneficiam (FELIPPE; CARMO; MAGALHAES JÚNIOR, 2014).

As nascentes são fundamentais para manutenção do equilíbrio hidrológico das bacias hidrográficas, constituindo-se como as principais fontes de água de um rio (FELIPE; MAGALHÃES JUNIOR, 2012). Portanto, devem ser preservadas e monitoradas. Diferentes fatores podem contribuir para a manutenção de uma nascente “saudável” como, por exemplo, a vegetação em seu entorno.

Segundo Skorupa (2003), nas áreas de nascentes e em regiões circunvizinhas, a vegetação atua como um amortecedor das chuvas, evitando o impacto direto sobre o solo e a sua compactação. Dessa forma, ela colabora para que o solo permaneça poroso e capaz de absorver a água das chuvas, alimentando os lençóis freáticos. Adicionalmente, evita que o escoamento superficial excessivo de água carregue partículas de solo e resíduos tóxicos provenientes das atividades agrícolas para o leito dos cursos d'água. Tais resíduos podem afetar a qualidade da água e as partículas de solo podem diminuir a vida útil dos reservatórios, assoreando-os (FELIPPE; CARMO; MAGALHAES JÚNIOR, 2014).

O município de Arapiraca está localizado na região central do estado de Alagoas e inserido no Sistema Hidrográfico do Rio São Francisco. O município mencionado é banhado pelos afluentes de quatro bacias hidrográficas: do rio Piauí, do rio Perucaba, do rio Traipu e do rio Coruripe. Este último não pertence ao Sistema Hidrográfico do Rio São Francisco (ALAGOAS, 2005). Estes recursos hídricos apresentam relevância econômica regional, visto que, dentre as atividades desenvolvidas, encontra-se a agricultura, com destaque especial para o cultivo de hortaliças vinculado ao projeto denominado “Cinturão Verde”, implantado em Arapiraca desde o ano de 2003. O referido projeto surgiu em um contexto de desarticulação da cadeia produtiva de fumo, outrora principal fonte de renda do município (OLIVEIRA, 2007).

O “Cinturão Verde” é baseado em agricultura irrigada. Portanto, a oferta de água é uma de suas principais variáveis. Alguns pesquisadores fizeram um levantamento sobre a disponibilidade de recursos hídricos na região (SILVA et al., 2010), mas pouco se conhece sobre a qualidade dessa água. Dentre as comunidades rurais pertencentes ao projeto “Cinturão Verde”, encontra-se a Vila Bananeira, na qual estão presentes algumas nascentes, cercadas por mata nativa, uma pequena reserva da Mata Atlântica. Na parte de recarga das nascentes, existe uma represa, cuja água abastece a comunidade local, com cerca de 8 mil habitantes, bem como outras comunidades vizinhas. Além de abastecer a comunidade, a água desta represa também é utilizada para irrigação (PHYTO, 2013).

Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar o grau de conservação de nascentes localizadas na Vila Bananeira, Arapiraca-AL, através do Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (IIAN); assim como averiguar a qualidade da água proveniente dessas nascentes por meio da análise de alguns parâmetros físico-químicos (pH, condutividade e turbidez) e microbiológicos (presença de coliformes totais e termotolerantes) nas amostras coletadas.

PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A pesquisa foi realizada em nascentes localizadas na Vila Bananeira, zona rural do município de Arapiraca-AL, nos meses de Janeiro e Fevereiro de 2020. Esta região faz parte do “Cinturão Verde” e está inserida na Bacia hidrográfica do Rio Piauí (Figura

1).

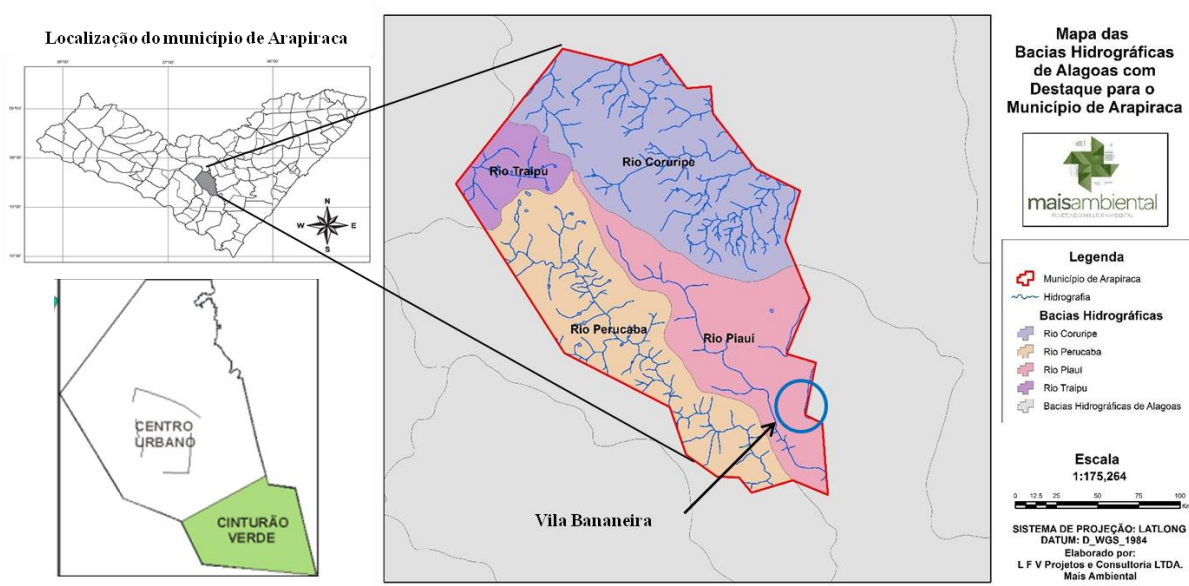


Figura 1. Localização da área selecionada para realização da pesquisa.

Fonte: Adaptado de Arapiraca (2016) e Silva et al. (2010)

A pesquisa foi dividida em duas etapas. Inicialmente, fez-se um trabalho de campo para coleta de dados. Neste momento, buscou-se realizar a caracterização ambiental das nascentes, por meio da avaliação de parâmetros macroscópicos e determinação do Índice do Impacto Ambiental em Nascentes – IIAN. Esta análise foi realizada de acordo com a metodologia apresentada por Felipe e Magalhães Júnior (2012). Foram adotados 11 parâmetros para avaliação macroscópica e atribuídos os conceitos: ruim, médio ou bom a cada um destes (Quadro 1).

Quadro 1. Parâmetros utilizados para determinação do Índice de Impacto Ambiental Macroscópico em Nascentes (IIAN).

Parâmetro Macroscópico	Qualificação		
	Ruim (1)	Médio (2)	Bom (3)
Cor da água	Escura	Clara	Transparente
Odor da água	Forte	Com odor	Não há
Lixo ao redor da nascente	Muito	Pouco	Não há
Materiais flutuantes (lixo na água)	Muito	Pouco	Não há
Espumas	Muito	Pouco	Não há
Óleos	Muito	Pouco	Não há
Esgoto na nascente	Visível	Provável	Não há
Vegetação	Degradada ou ausente	Alterada	Bom estado
Usos da nascente	Constante	Esporádico	Não há
Acesso	Fácil	Difícil	Sem acesso
Equipamentos urbanos	A menos de 50 metros	Entre 50 a 100 m	A mais de 100 m

Fonte: Felipe e Magalhães Junior (2012).

Os conceitos foram convertidos em um escore que, após o somatório, permitiu a determinação do IIAN. Os valores encontrados de IIAN foram utilizados para classificar as nascentes conforme os critérios apresentados no Quadro 2.

Quadro 2. Classificação das nascentes quanto aos impactos macroscópicos.

CLASSE	GRAU DE PROTEÇÃO	PONTUAÇÃO
A	ÓTIMO	31-33
B	BOM	28-30
C	RAZOÁVEL	25-27
D	RUIM	22-24
E	PÉSSIMO	ABAIXO DE 21

Fonte: Felipe e Magalhães Junior (2012).

A segunda etapa desta pesquisa se baseou na coleta e análise de amostras das três nascentes que apresentavam maior fluxo de água. As análises físico-químicas foram realizadas em triplicata e as amostras foram coletadas em três semanas diferentes. As análises microbiológicas, por sua vez, foram realizadas em duplicata. Todas as amostras foram coletadas em frascos estéreis, devidamente identificados.

Após a coleta, os frascos foram acondicionados em uma caixa de isopor com gelo

e encaminhados para o Laboratório de Bioquímica, Farmacologia e Fisiologia, do Complexo de Ciências Médicas e Enfermagem/ CCME da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), *Campus* Arapiraca, onde foram realizadas as análises físico-químicas. Dentre os parâmetros físico-químicos, avaliou-se o pH, a condutividade e a turbidez. O pH foi aferido utilizando-se um phmetro de bancada da Lucadema, com precisão de 0,05. A condutividade foi determinada com auxílio do condutivímetro de bancada da Lucadema e a turbidez por meio de um turbidímetro digital, modelo DLTWW, com precisão de 0,01 NTU. A tabulação e análise dos dados obtidos foram realizadas no *software* Microsoft® Excel 2007.

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia e Parasitologia do CCME/UFAL, *Campus* Arapiraca. Para a determinação da presença de bactérias do grupo coliforme e termotolerante, seguiu-se o protocolo descrito no Manual Prático de análise de água da Fundação Nacional de Saúde (BRASIL, 2013). Inicialmente, as análises foram conduzidas com uma série de cinco tubos contendo caldo lactosado com concentração dupla, para alcançar uma diluição final de 1:1. Na segunda rodada de análises, novas amostras foram coletadas e utilizou-se 15 tubos com diluições diferentes: cinco tubos com diluição 1:1, cinco tubos com diluição 1:10 e cinco tubos com diluição 1:100, para determinar, com maior precisão, o Número mais Provável (NMP) de coliformes. Importante salientar que, durante a realização dos testes microbiológicos, foram utilizados controles, sendo um de caráter positivo, ou seja, amostra contaminada por coliformes e *E. coli*, e um controle negativo: água destilada previamente esterilizada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificadas 22 nascentes em uma propriedade particular, localizada na Vila Bananeira, Arapiraca-AL. Contudo, segundo informações fornecidas pelo responsável técnico do local, apenas sete destas apresentavam registro no Comitê da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco. Nesse contexto, considerou-se apenas estas para o levantamento de dados e análise macroscópica dos impactos ambientais. Para facilitar as análises e referenciar as amostras coletadas, as nascentes foram identificadas com letras do alfabeto de “A” a “G” (Figura 2).

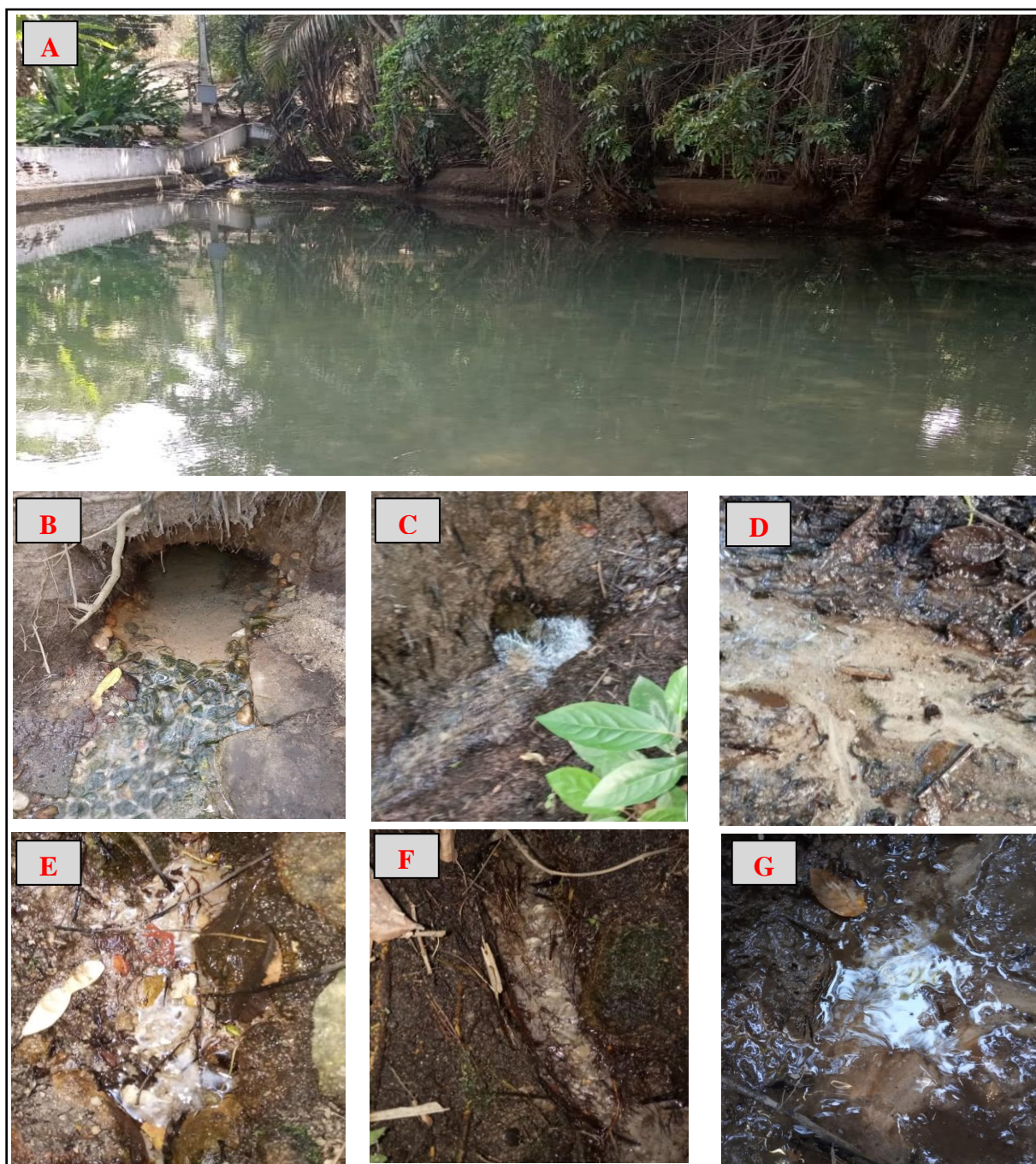


Figura 2. Fotografias das sete nascentes analisadas neste estudo, localizadas em uma propriedade particular na Vila Bananeira, zona rural de Arapiraca-AL.

Fonte: Arquivos do autor. (A) – Nascente “A”; (B) – Nascente “B”; (C) – Nascente “C”, (D) – Nascente “D”; (E) – Nascente “E”; (F) – Nascente “F”; (G) – Nascente “G”

Diagnóstico do grau de proteção das nascentes em estudo

A investigação das características físicas das nascentes e do seu entorno revelou que, das sete nascentes analisadas, seis apresentavam um grau de preservação razoável (classe C) e uma estava em condição ambiental ruim (classe D) (Tabela 1).

Tabela 1. Diagnóstico ambiental do grau de preservação das sete nascentes, localizadas na Vila Bananeira, zona rural de Arapiraca-AL.

NASCENTE	PONTUAÇÃO	CLASSE	GRAU DE PROTEÇÃO
A	23	D	RUIM
B	27	C	RAZOÁVEL
C	27	C	RAZOÁVEL
D	26	C	RAZOÁVEL
E	26	C	RAZOÁVEL
F	26	C	RAZOÁVEL
G	27	C	RAZOÁVEL

Fonte: Dados da pesquisa.

Considerando os 11 parâmetros avaliados, a nascente denominada “A” apresentou o pior índice de classificação. Tratava-se da maior nascente dentre todas aquelas avaliadas no estudo, servindo também como represa (Figura 2A). Observou-se que a água armazenada nesta represa era utilizada pela população circunvizinha de duas formas: para consumo e para irrigação. A água destinada ao consumo era encaminhada para uma estação de tratamento da Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL), antes de ser distribuída para a comunidade. A água que era utilizada para irrigação, por um agricultor local, não recebia qualquer tipo de tratamento prévio.

A classificação do grau de proteção dessa nascente como ruim é preocupante, pois além de sua importância local, ela também faz parte da bacia hidrográfica do Rio Piauí. Segundo Felipe, Carmo e Magalhães (2014), as nascentes são sistemas hidrológicos heterogênicos, ou seja, cada nascente é singular e todas têm papel importante no equilíbrio dos cursos d’água, seja ela perene, fixa ou móvel.

Em relação aos parâmetros macroscópicos observados, individualmente, apenas na nascente “A”, observou-se uma alteração na cor da água: coloração esverdeada. De acordo com Colet (2012), a alteração na cor da água pode ser decorrente de diferentes fatores: decomposição de materiais orgânicos coloidais como folhas, madeiras, efluentes

industriais (taninos, anilinas, lignina e celulose) e inorgânicos (como compostos de ferro e manganês), além da presença de esgotos domésticos. O esgoto doméstico é um problema que afeta a saúde da população, uma vez que se configura como fonte de patógenos que podem causar diversas doenças (PINTO; ROMA; BALIEIRO, 2012).

Outro fator que contribuiu negativamente para a classificação alcançada pela nascente “A” foi a presença de alguns pontos com produção de espumas. Conforme relatos dos moradores locais, alguns peixes estavam morrendo. Vale ressaltar que os materiais flutuantes, como espumas e óleos, indicam algum tipo de poluição, que pode ocorrer devido à proximidade das nascentes com estabelecimentos comerciais e/ ou residências, fazendo com que o lixo acumulado nesses locais e os resíduos oriundos das atividades que ocorrem na região, resultem na contaminação (BRASIL, 2004).

Desde a década de 1960, o município de Arapiraca vem passando por um rápido crescimento populacional, agravando a degradação da bacia do Rio Piauí, configurando-se assim em um grave problema sócio-ambiental na região (DORNELLAS; CAMPOS, 2008). Cabe salientar que, pelas observações realizadas ao longo da pesquisa, constatou-se que a região vem sendo afetada também pela atividade agrícola por meio da utilização de agrotóxicos sem um planejamento adequado, tanto em relação ao manuseio quanto ao descarte deste material. Nesse contexto, e diante dos parâmetros macroscópicos analisados, supõe-se que nascente “A” possa estar sendo afetada por diferentes fatores como matéria orgânica em decomposição, efluentes domésticos e, possivelmente, resíduos agrícolas.

A vegetação foi outro parâmetro avaliado e que se revelou alterado em todas as nascentes analisadas, com maior destaque, outra vez, para a nascente “A”. Pinto, Roma e Balieiro (2012) avaliaram a importância da mata ciliar ao redor de nascentes, comprovando uma proteção quali-quantitativa dos recursos hídricos, quando esta vegetação está presente. No referido estudo, a nascente com presença de pastagem em suas proximidades foi a que apresentou maior grau de degradação, devido ao avanço da erosão, o que causou significativa alteração da cor e da turbidez da água naquele local.

De acordo com Rodrigues (2004), as matas ciliares exercem funções hidrológicas e ecológicas de proteção aos solos e aos recursos hídricos, por meio da manutenção da qualidade da água, regularização dos cursos d'água e conservação da biodiversidade. Dessa forma, em áreas degradadas ou não, o reflorestamento no entorno das nascentes resultaria na formação de matas que teriam o papel de protegê-las. Além de iniciar um

processo de recuperação do ecossistema auxiliando na preservação e manutenção das nascentes (BOTELHO; DAVID, 2002).

Por fim, outro parâmetro utilizado na pesquisa que também pode ser apontado como um ponto negativo às condições ambientais dessas nascentes foi a facilidade de acesso à área. Uma solução para esse problema, e que já foi apontada por outros pesquisadores, seria a construção de cercas ao redor das nascentes, o que evitaria o pisoteio, causado por animais presentes na área, como porcos, gado, galinhas, e compactação do solo, além da destruição de mudas e espécies em regeneração (RANGEL; OLIVEIRA; MOREIRA, 2006).

Qualidade físico-química e microbiológica da água proveniente das nascentes analisadas

Em relação ao pH da água, foi constatado que, comparado ao padrão exigido na legislação, esse parâmetro encontrava-se com valor ligeiramente abaixo do permitido (Tabela 2). Essa variação de pH pode ser atribuída a diferentes fatores como, por exemplo, alterações na mata ciliar e contaminação por esgoto doméstico.

Marmotel e Rodrigues (2015) observaram que a presença da mata ciliar ajudava no equilíbrio dos valores de pH. Nesse mesmo estudo, o curso d'água que apresentou um valor baixo de pH contava com despejos domésticos na cabeceira da sua bacia, aumentando as concentrações de ácidos orgânicos dissolvidos. Derísio (2000) afirmou, em seu estudo, que as maiores alterações referentes ao pH eram provocadas por resíduos provenientes de industriais e esgotos domésticos.

Quanto aos valores de turbidez, apesar de estarem dentro dos padrões da normalidade (Tabela 2), foi possível observar que na nascente "A" esse parâmetro variava em função da área de coleta (dados não publicados). A turbidez da água, de um modo geral, é decorrente da presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência. Pode ser provocada pela presença de algas, plâncton, matéria orgânica e muitas outras substâncias como o zinco, ferro, manganês e areia, resultantes do processo natural de erosão ou de despejos domésticos e industriais (BRASIL, 2013).

O último parâmetro físico-químico avaliado foi a condutividade, que está relacionada ao poder da água em conduzir eletricidade, ou seja, com a quantidade de íons

dissolvidos na água. Quanto maior a condutividade elétrica, maior é a quantidade de íons dissolvidos (ALVES, 2016). As três nascentes avaliadas apresentaram alta condutividade (Tabela 2). Embora a legislação não defina um valor padrão, sabe-se que ela pode representar uma medida indireta da concentração de poluentes (LIBANIO, 2005 *apud* ROMEIRO; FORTUNA, 2016).

Tabela 2. Parâmetros físico-químicos avaliados nas amostras coletadas em três nascentes monitoradas durante os meses de janeiro e fevereiro de 2020.

Parâmetros	Nascente "A"	Nascente "B"	Nascente "C"	VMP*
pH	5,86 ± 0,19	5,73 ± 0,15	5,52 ± 0,17	6,0 a 9,0
Turbidez (NTU**)	0,08 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,07 ± 0,01	5,0
Condutividade (µS/cm)	304,9 ± 4,59	302,1 ± 1,79	355,8 ± 2,84	-

Fonte: Dados da pesquisa. As análises foram realizadas em triplicata. *VMP: valor máximo permitido (BRASIL, 2011). **NTU: unidade nefelométrica de turbidez.

Em relação à análise microbiológica, obteve-se resultado positivo em todos os cinco tubos contendo amostras da nascente "A", indicando uma quantidade elevada de bactérias do grupo coliforme. Em relação às nascentes "B" e "C", não houve crescimento de microrganismos em meio de cultivo e, portanto, o resultado foi considerado negativo.

Os demais testes, confirmativo e para bactérias termotolerantes, foram igualmente positivos para a amostra da nascente "A". Segundo Bisognin et al. (2017), a presença de coliformes termotolerantes em amostras de água provenientes de nascentes, pode estar associada ao despejo de esgotos domésticos *in natura* e compostos oriundos de fossa negra. Adicionalmente, a presença de *Escherichia coli* é o indicador de contaminação fecal recente mais específico e de eventual presença de organismos patogênicos (BRASIL, 2013).

Durante a avaliação dos aspectos macroscópicos das nascentes, constatou-se a presença de casas com fossas, a uma distância média de cento e vinte (120) metros das nascentes, que poderiam estar contribuindo para a contaminação da água da região. A

contaminação da água, a partir de fossas negras, ocorre por meio de infiltrações de fundo que, mais cedo ou mais tarde, atingem águas subterrâneas (SMA, 2009).

Uma vez que todos os cinco tubos inoculados com amostra proveniente da nascente “A” apresentaram crescimento, optou-se por fazer uma segunda análise utilizando uma quantidade maior de tubos e diluições. Assim, uma segunda coleta foi realizada na nascente “A” e, após inoculação e incubação, todos os tubos, em todas as diluições, também apresentaram crescimento, o que indicou um alto grau de contaminação fecal da água proveniente dessa nascente. Em relação às nascentes “B” e “C”, a duplicata realizada confirmou o teste anterior, ou seja, os testes realizados a partir de uma segunda coleta também apresentaram resultados negativos.

A contaminação por coliformes totais e termotolerantes já foi constatada em outros locais da bacia do Rio Piauí. Dornellas e Campos (2008) avaliaram cinco pontos do Rio Piauí ao longo da malha urbana do município de Arapiraca e um ponto na Barragem da Bananeira. Segundo os resultados desses pesquisadores, o rio encontrava-se totalmente contaminado por coliformes fecais, inclusive a barragem da Bananeira, atualmente usada para irrigação e pesca.

Bisognin et al. (2017) obtiveram resultados microbiológicos semelhantes ao avaliarem a qualidade da água de nascentes, afluentes e ponto de captação do arroio Lajeado Erval Novo no município de Três Passos – RS. Os autores observaram que as áreas de estudo estavam sujeitas ao impacto de uma série de ações antrópicas, visto que consistia em uma área com intensa atividade agrícola. Ainda segundo esses autores, a presença tanto de coliformes totais quanto de *E. coli* em nascentes, consistia em alto risco a saúde pública, uma vez que, havendo o consumo de água bruta por parte da população, havia um risco eminente de doenças e prejuízos à saúde.

Diante dos resultados encontrados na presente pesquisa, solicitou-se da CASAL, empresa responsável pelo tratamento e distribuição da água captada na nascente “A”, os resultados das análises que são feitas após o tratamento da água. Foram fornecidas informações de análises realizadas entre os meses de Julho a Dezembro de 2019 (dados não publicados). Dentre os dados disponibilizados, aqueles referentes aos parâmetros físico-químicos como pH, cor, cloro e turbidez, apresentavam valores satisfatórios, considerando-se os valores determinados em legislação. Quanto aos parâmetros microbiológicos os resultados foram, em geral, igualmente satisfatórios, dado a ausência de coliformes totais ou termotolerantes em quase todas as análises.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados da avaliação macroscópica e determinação do IIAN, das análises físico-químicas e microbiológicas, constatou-se que a nascente “A” apresentava um grau ruim de conservação e que estava contaminada por uma quantidade elevada de bactérias do grupo coliformes. Tais resultados apontam para um grave problema de caráter tanto socioambiental, quanto econômico e também de saúde pública, dado que a referida nascente era a única fonte de água para consumo da comunidade local, em seus diversos setores: residências, escolas, creches, unidades de saúde, além da agricultura. Nesse contexto, ressalta-se a importância dos órgãos públicos, como também da CASAL, manterem-se atentos ao cuidado e rígido tratamento dessa água. Sem o devido controle da qualidade da água, a população pertencente àquela comunidade corre risco de ser contaminada por agentes patogênicos.

Adicionalmente, como se trata de uma área que faz parte do “Cinturão Verde”, com plantio e fornecimento de hortaliças, atenção também deve ser dispensada para a conservação das nascentes localizadas nessa região, no intuito de garantir o fornecimento de água também para a irrigação. Com a fonte de água em risco, tanto no quesito quantidade quanto qualidade, considera-se inviável a implantação de outra atividade econômica na região estudada e, aquela já existente pode ser prejudicada, caso providências não sejam tomadas visando à proteção das nascentes.

A falta de proteção, a facilidade no acesso às nascentes, o uso constante e a vegetação alterada, foram aspectos que influenciaram negativamente na avaliação dos impactos ambientais, evidenciando a necessidade de implantação de estratégias para conservação. Nesse sentido, sugere-se, dentre outras providências, que sejam realizados trabalhos de educação ambiental com a população pertencente à comunidade da Vila Bananeira e da região, com o intuito de reforçar a necessidade de utilização mais consciente dos recursos hídricos e conservação do meio ambiente.

Por fim, em pesquisas futuras, outros indicadores poderão ser incluídos na avaliação macroscópica das nascentes, tais como a erosão, presença humana, presença de animais, complementando as informações levantadas nesse estudo. Adicionalmente, outros parâmetros físico-químicos e microbiológicos poderão ser incluídos, além de coletas em diferentes estações do ano, para que a análise seja ainda mais ampla, categorizando, com maior nível de realismo possível, essas nascentes.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem a CASAL (Companhia de Saneamento de Alagoas) por disponibilizar as análises da água tratada na estação de tratamento da Vila Bananeira, entre os meses de Julho a Dezembro de 2019. Agradecem também a técnica Kelly Fernanda Seára da Silva e o prof. Alysson Wagner Fernandes Duarte, ambos da Universidade Federal de Alagoas/ *Campus* Arapiraca, pelo suporte nas análises microbiológicas.

REFERÊNCIAS

1. ALAGOAS. *Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea*. Diagnóstico do município de Arapiraca, estado de Alagoas/ Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. Disponível em: <http://dspace.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/15285/1/rel_cadastros_maragogi.pdf> Acesso em 02 de fevereiro de 2020.
2. ALVES, L. S. *Desenvolvimento de medidor de condutividade elétrica da água para fins de monitoramento ambiental*. 2016. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) Graduação de Bacharelado em Engenharia Física, Porto Alegre, 2016.
3. ALVES, S. G. S.; ATAIDE, C. D. G.; SILVA, J. X. Análise microbiológica de coliformes totais e termotolerantes em águas de bebedouros de um parque público de Brasília, Distrito Federal. *Revista de Divulgação Científica Sena Aires*, v. 7, n. 1, 2018. Disponível em: <<http://revistafacesa.senaaires.com.br/index.php/revisa/article/view/298>>. Acesso em 04 de dezembro de 2019.
4. ARAPIRACA. *Plano Municipal de Saneamento básico Sustentável de Arapiraca – Relatório Final Simplificado*. 2016. Disponível em: <<http://web.arapiraca.al.gov.br/arquivos/plano-municipal-de-saneamento-basico/>>. Acesso em 06 de março de 2020.

5. BISOGNIN, R. P. et al. Análise e divulgação da qualidade da água de nascentes, afluentes e ponto de captação do arroio Lajeado Erval Novo no município de Três Passos – RS. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, v. 6, n. 2, p. 44-55, ago. 2017. ISSN 2238-8753. Disponível em: <http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/3625>. Acesso em 29 de fevereiro de 2020.
6. BOTELHO, S. A.; DAVID, A.C. Métodos silviculturais para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares. In: *Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas: Água e Biodiversidade*, Belo Horizonte-MG. p.123-145, 2002. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Soraya_Botelho/publication/242672925_METODOS_SILVICULTURAIS_PARA_RECUPERACAO_DE_NASCENTES_E_RECOMPOSICAO_DE_MATAS_CILIARES/links/55ba18fb08aed621de0ab2a6.pdf>. Acesso em 20 de dezembro de 2019.
7. BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual de Saneamento. 3 ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_saneamento_3ed_rev_p1.pdf. Acesso em 27 de janeiro de 2020.
8. BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. *Manual prático de análise de água / Fundação Nacional de Saúde* – 4. ed. – Brasília: Funasa, 2013. 150 p.
9. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria MS 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*. Disponível em: <http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Portaria_MS_2914-11.pdf>. Acesso em 10 de fevereiro de 2020.
10. COLET, K. M. *Avaliação do impacto da urbanização sobre o escoamento superficial na bacia do Córrego do Barbado*, Cuiabá-MT. 2012. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental) - Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia, Cuiabá, 2012.
11. DERÍSIO, J. C. *Introdução ao controle de poluição ambiental*. 2 ed. São Paulo: Signus; 2000. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2179-80872015000200171&script=sci_arttext>. Acesso em 05 de dezembro de 2019.

12. DORNELLAS, P. D.; CAMPOS, H. L. Efeitos do crescimento urbano na qualidade das águas do Riacho Piauí, Arapiraca-AL. *Revista de Geografia*, v. 25, n. 2, mai/ago, 2008.
13. FELIPPE, M. F.; CARMO, L. G.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. Áreas de preservação permanente no entorno de nascentes: conflitos, lacunas e alternativas da legislação ambiental brasileira. *Boletim Goiano de Geografia (Online)*, v. 34, p. 275-293, 2014. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/3371/337131734006.pdf>>. Acesso em 06 de fevereiro de 2020.
14. FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. Impactos ambientais macroscópicos e qualidade das águas em nascentes de parques municipais em Belo Horizonte-MG. *Geografias*, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/13336>>. Acesso em 19 de dezembro de 2019.
15. MARMOTEL, C. V. F.; RODRIGUES, V. A. Parâmetros indicativos para qualidade da água em nascentes com diferentes coberturas de terra e conservação da vegetação ciliar. *Floresta e ambiente*, v. 22, n. 2, p. 171-181, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2179-80872015000200171&script=sci_arttext>. Acesso em 13 de fevereiro de 2020.
16. OLIVEIRA, J. L. *Da crise do setor fumageiro à diversificação produtiva em Arapiraca-AL: o projeto cinturão verde*. 2007. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2007. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/1110>>. Acesso em 04 de fevereiro de 2020.
17. PHYTO – CONSULTORIA EM ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE LTDA. *Levantamento e diagnóstico de nascentes na região da bacia do Rio Piauí - Arapiraca/AL*: relatório técnico. Maceió, 2013.
18. PINTO, L. V. A.; ROMA, T. N.; BALIEIRO, K. R. C. Avaliação qualitativa da água de nascentes com diferentes usos do solo em seu entorno. *Cerne*, v.18, n.3, p.495-505, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104->

77602012000300018&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em 04 de janeiro de 2020.

19. RANGEL, A. R. M.; OLIVEIRA, V. P. S.; MOREIRA, M. A. C. O programa rio rural no estado do rio de janeiro: a experiência na microbacia canal Jurumirim, município de Macaé. *Revista Monografias Ambientais – REMOA/UFMS*, Santa Maria, RS, v. 15, n.1, p.302-322, 2006. Disponível em:

<<https://periodicos.ufsm.br/index.php/remoa/article/view/19948>>. Acesso em 07 de dezembro de 2019.

20. RODRIGUES, V. A. Morfometria e mata ciliar da microbacia hidrográfica. In: *Workshop em manejo de bacias hidrográficas*. Botucatu: FEPAF: FCA: DRN; 2004.

21. ROMEIRO, S. S; FORTUNA, J. L. Pesquisa de coliformes e análises físico-químicas da água do córrego água limpa em Medeiros Neto-BA. *Revista de Estudos Ambientais*, v. 18, n. 2, p. 35-51, 2016. Disponível em:

<<https://bu.furb.br/ojs/index.php/rea/article/view/6085>>. Acesso em 05 de janeiro de 2020.

22. SILVA, A. F. da et al. Avaliação quantitativa das águas subterrâneas do projeto cinturão verde–município de Arapiraca–AL. *Revista Ambientale*, v. 2, n. 2, 2010. Disponível em: <

<https://periodicosuneal.emnuvens.com.br/ambientale/article/view/28>>. Acesso em 03 de janeiro de 2020.

23. SKORUPA, L. A. Áreas de preservação permanente e desenvolvimento sustentável. *Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente*, 2003. Disponível em: <

http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Skorupa_areasID-GFiPs3p4lp.pdf> Acesso em 08 de janeiro de 2020.

24. SMA - SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE. *Caderno da mata ciliar*. Departamento de Proteção da Biodiversidade, n 1, 2009. São Paulo. Disponível em:

<https://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/222/Documentos/Cadernos_Mata_Ciliar_1_Preservacao_Nascentes.pdf>. Acesso em 04 de fevereiro de 2020.

25. SOUZA, J. R. et al. A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. *REDE - Revista Eletrônica*

do *PRODEMA*, Fortaleza, v. 8, n. 1, abr. 2014. ISSN 1982-5528. Disponível em: <<http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/217>>. Acesso em: 09 de fevereiro de 2020.

26. YAMAGUCHI, M. U. et al. Qualidade microbiológica d'água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá-PR. *O mundo da saúde*. São Paulo, 2013. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/artigos/mundo_saude/qualidade_microbiologica_agua_consumo_humano.pdf>. Acesso em 05 de dezembro de 2019.