

Análise hidroambiental de nascentes utilizadas para abastecimento humano na zona rural do município de Baianópolis (Bahia)

Nathalia Naiany Ribeiro de Souza^{1*}, Luís Gustavo Henriques do Amaral², Maico Chiarelto³, Terly Gabriela Quiñonez Fuentes⁴, Mário Alberto dos Santos⁵

¹Graduada em Ciências Biológicas – Bacharelado, Universidade Federal do Oeste da Bahia, Brasil. (*Autor correspondente: nathalianaianny@gmail.com)

²Doutorado em Engenharia Agrícola, Professor da Universidade Federal do Oeste da Bahia, Brasil.

³Doutorado em Engenharia Agrícola, Professor da Universidade Federal do Oeste da Bahia, Brasil.

⁴Mestranda em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Oeste da Bahia, Brasil.

⁵Doutorado em Geografia, Professor da Universidade Federal do Oeste da Bahia, Brasil.

Histórico do Artigo: Submetido em: 19/09/2022 – Revisado em: 11/12/2022 – Aceito em: 19/12/2022

RESUMO

As nascentes constituem importantes fontes para abastecimento humano no meio rural, mas em geral as águas captadas não são submetidas a quaisquer metodologias de tratamento para torná-las adequadas ao consumo. Com objetivo de avaliar a qualidade hidroambiental de três nascentes usadas para abastecimento humano em comunidades rurais do município de Baianópolis - BA, foram diagnosticados dois ambientes distintos em cada localidade: um ponto mais próximo à nascente e outro no trecho de riacho, totalizando seis pontos de estudo, usados para captação de água para consumo e na agricultura familiar. Para a análise hidroambiental usou-se o Índice de Impacto Ambiental em Nascentes – IIAN associado a análises físico-químicas e microbiológicas, além do Índice de Qualidade da Água – IQA-CESTESB aplicado aos resultados laboratoriais. As três nascentes avaliadas foram classificadas, conforme o IIAN, como “ótimas”, enquanto dois dos três trechos de riachos foram classificados como “bons” e um como “ruim”. Os resultados laboratoriais corroboraram com o estudo ambiental, mostrando que os pontos com maiores impactos antrópicos apresentam mais inconformidades com os padrões de potabilidade estabelecidos pelas legislações. Conforme a classificação IQA-CETESB, a qualidade das águas de todos os pontos esteve entre “aceitável” e “boa”. Considerando tratarem-se de águas brutas sem aplicação de metodologias de tratamento para consumo humano, os pontos avaliados apresentam boa qualidade hidroambiental, mas exigem atenção às inconformidades encontradas. Por fim, são propostas metodologias para melhoria da qualidade das nascentes e seus riachos, de modo a assegurar a preservação ambiental e a saúde das populações que necessitam dessas águas.

Palavras-Chaves: Qualidade Hidroambiental; Índice de Impacto Ambiental em Nascentes; Qualidade da água.

Hydroenvironmental analysis of springs used for human supply in the rural area of the municipality of Baianópolis (Brazil)

ABSTRACT

Springs are important sources of human supply in rural areas, but in general the captured waters are not subjected to any treatment methods to make them suitable for consumption. In order to evaluate the hydroenvironmental quality of three springs used for human supply in rural communities in the municipality of Baianópolis - BA, two distinct environments were diagnosed in each locality: one point closer to the spring and another in the stream stretch, totaling six study points, used for capturing water for consumption and in family agriculture. For hydroenvironmental analysis, the Environmental Impact Index on Springs - IIAN was used, associated with physicochemical and microbiological analyses, in addition to the Water Quality Index - IQA-CESTESB applied to laboratory results. The three springs evaluated were classified, according to the IIAN, as "optimal", while two of the three stretches of streams were classified as "good" and one as "bad". The laboratory results corroborated the environmental study, showing that the points with higher anthropic impacts present more non-conformities with the potability standards established by the legislation. According to the IQA-

Souza, N. N., Amaral, L. G., Chiarelto, M., Fuentes, T. G., Santos, M. A. (2022). Análise hidroambiental de nascentes utilizadas para abastecimento humano na zona rural do município de Baianópolis (Bahia). *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, v.10, n.3, p.202-224.



CETESB classification, the water quality of all points was between "acceptable" and "good". Considering that they are raw waters without application of treatment methodologies for human consumption, the evaluated points have good hydroenvironmental quality, but require attention to the non-conformities found. Finally, methodologies are proposed to improve the quality of springs and their streams, in order to ensure the environmental preservation and health of the populations that need these waters.

Keywords: Hydroenvironmental Quality; Environmental Impact Index on Springs; Water quality;

1. Introdução

A água é um elemento essencial para todas as formas de vida existentes no planeta. Apesar de ser um recurso natural renovável, a qualidade e quantidade de água consideradas adequadas para consumo humano estão cada vez mais insuficientes, o que afeta diretamente a saúde e as condições de vida de populações rurais que necessitam dos recursos hídricos para sua subsistência. As principais fontes de obtenção de água para abastecimento humano e realização de atividades no campo são as nascentes e os poços artesianos. Em geral, a água oriunda dessas fontes não é submetida a quaisquer metodologias de tratamento ou monitoramento de sua qualidade.

É denominada por “nascente” o afloramento natural de águas subterrâneas integrado a uma rede de drenagem, seja perene ou temporário (Todeschini et al., 2022), podendo dar origem a uma fonte de acúmulo (represa) ou a cursos d’água como riachos, ribeirões e rios (Calheiros et al., 2004). Dentre os principais problemas relacionados à conservação da qualidade da água, Vieira (2006) destaca a ausência de estudos e monitoramento da qualidade das águas subterrâneas e de sua exploração, que são importantes para o abastecimento humano, sobretudo na região semiárida, bem como o baixo investimento em prevenção da poluição da água, como sistemas de tratamento, saneamento básico e programas de educação ambiental, além da degradação constante dos ecossistemas aquáticos, advinda como consequência de ações que alteram o ciclo hidrológico.

De acordo com Fortes et al. (2019), o controle e vigilância da qualidade da água ocorre por meio de análises físico-químicas e microbiológicas, minuciosamente elaboradas, que devem ser equiparadas aos parâmetros de qualidade definidos na legislação, a fim de assegurar o acesso qualitativo da água pela população consumidora. A Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017 (Brasil, 2017), alterada pela Portaria nº 888, de maio de 2021 (Brasil, 2021), define, no art. 4º do seu Anexo XX, que “toda água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual de abastecimento de água, independentemente da forma de acesso da população, está sujeita à vigilância da qualidade da água”, seja de captação subterrânea ou superficial. Desse modo, o monitoramento qualitativo da água consumida por populações rurais que não têm acesso ao tratamento de água e esgoto é um direito que deve ser garantido pelos órgãos competentes, sejam estaduais ou municipais, tanto de Saúde, como de Vigilância Sanitária e Meio Ambiente.

O Subsistema Nacional Vigilância em Saúde Ambiental – SINVSA, criado a partir da Instrução Normativa nº 01/2005 (Brasil, 2005), corresponde à prestação de ações e serviços relacionados à vigilância em saúde ambiental pelos órgãos/entidades públicas e privadas, com objetivo de detectar, compreender ou prevenir qualquer mudança no meio ambiente que possa interferir na segurança à saúde humana, a partir de recomendações e adoção de medidas que promovam a saúde ambiental, prevenção e controle dos fatores de risco relacionados às doenças e outros agravos à saúde, sendo a qualidade da água para consumo um dos procedimentos exigidos. Assim, a qualidade ambiental em torno dos cursos d’água naturais é vista como fator importantíssimo para o controle de qualidade da água. De acordo com Felipe e Magalhães Junior (2012), alterações da qualidade ambiental de nascentes podem derivar de diversos fatores como uso e a ocupação do solo nas áreas de entorno e seus impactos derivados.

As regiões próximas a nascentes, sejam de cunho público ou privado, devem ser consideradas Áreas de Preservação Permanente (APP), conforme previsto na Lei federal nº. 12.651, de maio de 2012 (Brasil, 2012), que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, exige-se que as áreas ao redor das nascentes tenham um raio

mínimo de 50 metros ocupado por vegetação nativa e que sejam mantidas preservadas, com objetivo de manter a estabilidade geológica, a paisagem e a biodiversidade, proporcionar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e os recursos hídricos e assegurar o bem-estar das populações humanas.

A identificação dos impactos ambientais presentes nas APPs, abordados durante fiscalizações ambientais eficazes, são muito importantes para a implementação de metodologias adequadas para sua preservação ou sua recuperação. Diversos impactos podem ser observados nas regiões próximas às nascentes, como aqueles relacionados à poluição sanitária, que conseqüentemente afeta a qualidade da água, à impermeabilização e/ou compactação do solo, que reduz a capacidade de infiltração da água no solo, e à ausência de proteção ao redor das nascentes, que facilita o acesso de pessoas e animais, gerando pisoteio e promovendo alterações na vazão das nascentes (Leal et al., 2017). A avaliação desses impactos pode ser realizada por meio do IAN – Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (Gomes, Melo e Vale, 2005), que consiste de uma metodologia simples, prática, didática e com resultados satisfatórios (Felippe e Magalhães Júnior, 2012), a fim de identificar os principais problemas visuais (macroscópicos) e propor soluções que possam mitigá-los.

A região Oeste da Bahia destaca-se pela grande disponibilidade de recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Abrange as bacias hidrográficas dos rios Grande e Corrente, além de parte da bacia do rio Carinhonha, três importantes afluentes da margem esquerda do rio São Francisco. Além disso, situa-se na área de abrangência do Sistema Aquífero Urucuaia, uma extensa formação geológica que se constitui no principal manancial subterrâneo da região, atuando como regulador das vazões dos afluentes da margem esquerda do médio rio São Francisco (Gaspar e Campos, 2007; Pousa et al., 2019).

Adentrando no interior do Oeste baiano, o município de Baianópolis apresenta como principais fontes hidrológicas os rios marimbús Tamanduá e Porto Alegre, que fazem parte da bacia do rio Grande, e o rio dos Angicos, que integra a rede de drenagem da bacia do rio Corrente. O município apresenta um padrão de ocupação que se diferencia das demais regiões vizinhas por possuir uma superfície aparentemente preservada, com uma parcela grande de sua área composta por vegetação natural. Além disso, apesar de apresentar alterações em sua vegetação pelo uso e ocupação do solo para produção agropecuária nos últimos anos, o município mantém o percentual de vegetação natural destinado à Áreas de Preservação Permanente – APPs, principalmente no entorno das diversas nascentes situadas no território (Guimarães, 2012).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2020), a população estimada para o ano de 2021 em Baianópolis seria de 13.979 pessoas, sendo cerca de 75% residentes na zona rural do município. O abastecimento de água no município é realizado pela Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. – Embasa, através da captação, tratamento e distribuição de água do rio São Desiderio, em um sistema integrado nos municípios de Baianópolis e Catolândia (Embasa, 2017). Mas o acesso à água tratada é disponível somente para a população da sede municipal, não existindo, portanto, controle da qualidade da água que abastece a maior parte da população do município, que utiliza poços artesianos municipais ou privados e nascentes como principais fontes de captação e consumo de água.

O presente trabalho teve por objetivo diagnosticar a condição hidroambiental de pontos mais próximos às nascentes e trechos dos riachos mais próximos às comunidades inseridos na zona rural do município de Baianópolis, a fim de identificar possíveis problemas ambientais que interfiram na qualidade e quantidade de água, no intuito de propor metodologias adequadas para a preservação dessas nascentes, com efeitos para a qualidade de vida da população rural.

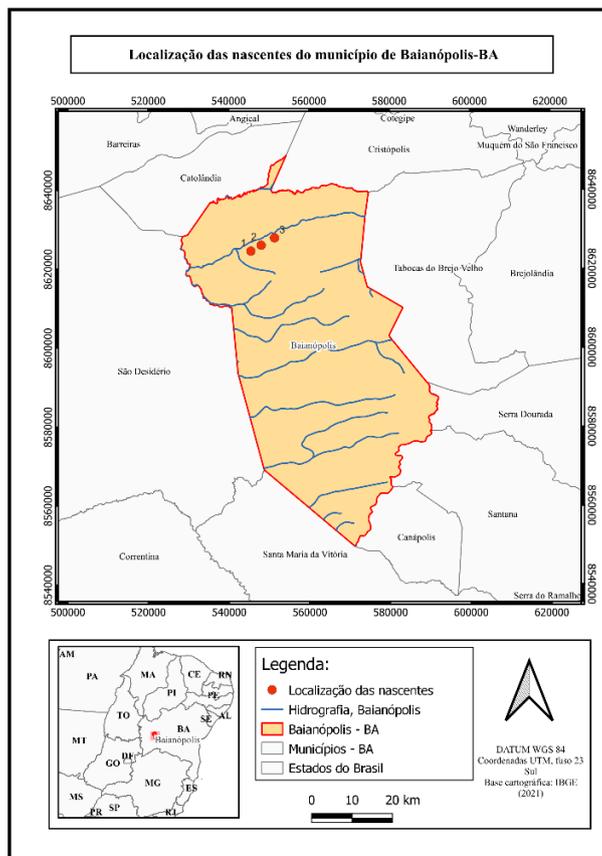
2. Material e Métodos

Situado a cerca de 826 km da cidade de Salvador, o município de Baianópolis, no extremo Oeste da Bahia, possui uma área de aproximadamente 3.320,723 km² (IBGE, 2020). O clima predominante no município é o subúmido seco, que apresenta temperaturas médias de 18,8° C a 25,4°C e precipitações anuais que variam

de 800 mm a 1.100 mm (SEI, 2011). Quanto ao regime pluviométrico, a região apresenta dois períodos distintos, um chuvoso, que ocorre entre outubro e maio, e o período de estiagem (seca), que ocorre entre junho e setembro. As fitofisionomias da região foram identificadas a partir de um estudo realizado no ano de 2010 pela Companhia Baiana de Pesquisa Mineral (CBPM), que caracterizou a vegetação como de predominância típica do bioma Cerrado brasileiro, que varia entre cerradão (arbórea-densa) ou campos (gramíneo-lenhosa), apresentando árvores de porte pequeno, isoladas ou agrupadas, sobre presença de gramíneas (Poaceae). Próxima às nascentes da região, a vegetação se transforma em florestas de galeria (Guimarães, 2012).

Foram selecionadas três nascentes da zona rural de Baianópolis, localizadas nos povoados de Água Boa (18 km distante da sede), Bebedouro (16 km distante da sede) e Tabua (12 km distante da sede), apresentadas na Figura 1, que são de importância socioeconômica e ambiental para a população dos referidos povoados e de outros dez povoados próximos. A água dessas nascentes é usada principalmente para consumo diário, na agricultura e agropecuária familiar pelos moradores e vizinhanças. Na comunidade de Água Boa, a água da nascente também é usada para tarefas domésticas, sendo conduzida às moradias por meio de bombeamento.

Figura 1 – Localização das Nascentes de Água Boa⁽¹⁾, Bebedouro⁽²⁾ e Tabua⁽³⁾ no território de Baianópolis-BA.



Fonte: Rodrigo Ribeiro Moitinho e João Lucas Fagundes (2022), especialmente para este texto.

O trabalho foi dividido em duas etapas. A primeira consistiu na análise macroscópica do ambiente em torno das nascentes, e a segunda, na análise das características físico-químicas e microbiológicas da água. A partir dos resultados dessas duas análises, foi realizada a caracterização da qualidade hidroambiental dos ambientes estudados.

Para caracterizar cada nascente, foram realizadas coletas de dados e amostras de água em dois pontos (P) distintos do riacho originado pelo afloramento do aquífero, um mais próximo à nascente, em área de preservação permanente (APP), e outro em local mais próximo ao ponto de retirada de água para consumo (trecho do riacho). Os pontos de coleta foram definidos a partir de informações obtidas junto às associações de moradores dos povoados. No total, foram monitorados seis pontos, conforme apresentado na Tabela 1.

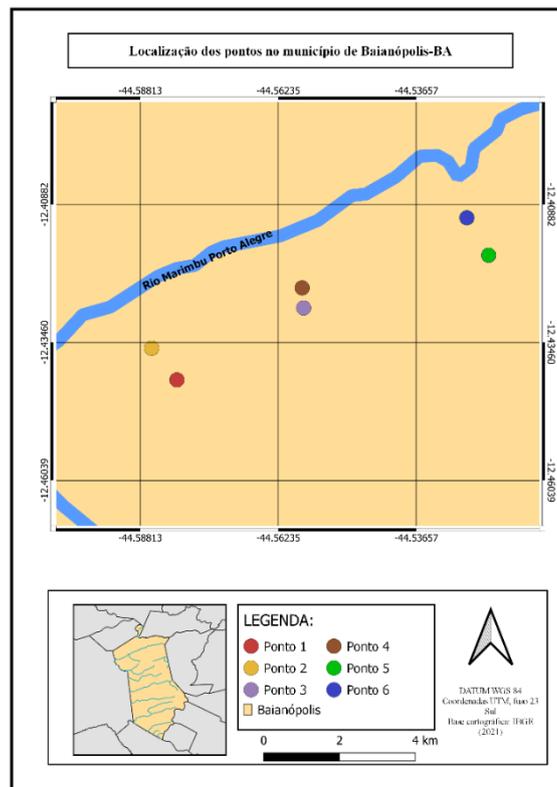
Tabela 1 – Localização dos pontos de coleta de água.

Povoado	Ponto de coleta	Local	Coordenadas Geográficas
Água Boa	P1	APP	12°26'30" S, 44°34'53" W
	P2	Riacho	12°26'8" S, 44°35'10" W
Bebedouro	P3	APP	12°25'41" S, 44°33'27" W
	P4	Riacho	12°25'28" S, 44°33'28" W
Tabua	P5	APP	12°25'6" S, 44°31'23" W
	P6	Riacho	12°24'41" S, 44°31'38" W

Fonte: Autores (2022)

As comunidades estudadas são próximas entre si, em cerca de 5 km de distância de Tabua à Bebedouro e cerca de 3 km de distância de Bebedouro à Água Boa. Os pontos de coleta estão inseridos próximos às comunidades, já que essas foram construídas no entorno das nascentes, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Localização dos pontos de coleta usados no estudo.



Fonte: Rodrigo Ribeiro Moitinho e João Lucas Fagundes (2022), especialmente para este texto.

2.1 Análise Macroscópica – Ambiente

Para a avaliação de possíveis impactos ambientais nas nascentes foi aplicado o Índice de Impacto Ambiental em Nascentes – IIAN, proposto por Gomes, Melo e Vale (2005) para avaliação macroscópica e qualitativa de nascentes e cursos hídricos. Esse índice é obtido por meio de avaliação sensorial e comparativa de alguns elementos-chave na identificação de impactos ambientais e suas consequências sobre a qualidade das nascentes (Felippe e Magalhães Junior, 2012).

Na análise qualitativa do ambiente foram usados treze parâmetros, adaptados de acordo com os objetivos do trabalho, instituídos como ruim, médio e bom, a partir da contabilização de um valor (pontos) de um a três, respectivamente, como apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Parâmetros utilizados na avaliação macroscópica dos locais avaliados.

Parâmetros	Ruim (1 ponto)	Médio (2 pontos)	Bom (3 pontos)
Cor (água)	Escura	Clara	Transparente
Odor (água)	Forte	Com odor	Ausente
Lixo no entorno	Muito	Pouco	Ausente
Lixo na água	Muito	Pouco	Ausente
Espumas (água)	Muito	Pouco	Ausente
Óleos (água)	Muito	Pouco	Ausente
Esgoto	Visível	Provável	Ausente
Vegetação	Degradada/ Ausente	Alterada	Bom estado
Usos da água por animais domésticos	Presença	Apenas marcas	Não detectado
Usos da água por humanos	Presença	Apenas marcas	Não detectado
Proteção	Ausente	Presente, mas de fácil acesso	Presente, acesso difícil
Proximidade com residência ou estabelecimento	Menos de 50 m	Entre 50 e 100 m	Mais de 100 m
Tipo de área de inserção	Ausente	Propriedade privada	Parque ou Área Protegida

Fonte: adaptada de Gomes, Melo e Vale (2005); Felippe e Magalhães Junior (2012); Fonseca e Gontijo (2021).

A soma dos valores obtidos permite classificar cada nascente quanto ao seu grau de preservação, que vai de ótimo (A) a péssimo (E), sendo a maior pontuação 39 – quando todos os parâmetros são considerados bons – e a menor 13 – quando todos são considerados ruins, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Classificação das nascentes quanto aos impactos macroscópicos.

Classes	Grau de preservação	Pontuação
---------	---------------------	-----------

A	Ótimo	31 – 39
B	Bom	28 – 30
C	Razoável	25 – 27
D	Ruim	22 – 24
E	Péssimo	Menor que 21

Fonte: adaptada de Gomes, Melo e Vale (2005); Felipe e Magalhães Junior (2012); Fonseca e Gontijo (2021).

A pontuação dos parâmetros usados para classificação das nascentes foi efetuada após observações realizadas durante cinco visitas às nascentes e aos locais definidos para coleta de dados, sendo três ainda no período chuvoso (24 de fevereiro, 14 de março e 17 de maio) e duas no período de estiagem (22 de junho e 07 de julho), todas no ano de 2022. A classificação do grau de preservação foi realizada particularmente para cada ponto.

2.2 Análise da Qualidade da Água

2.2.1 Coleta de amostras e dados

Foram coletadas amostras de 1 L de água para análises físico-químicas (frascos de polietileno) e cerca de 400 mL de água para as análises microbiológicas em recipientes de vidro borossilicato estéreis específicos para cada ponto. As coletas foram realizadas no final do período chuvoso (maio) e no início do período de estiagem (junho e julho). As amostras foram coletadas conforme as orientações do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (ANA; CETESB, 2011), apanhadas contra correnteza e abaixo da lâmina superficial da água. Logo após a coleta, as amostras foram armazenadas em uma caixa de isopor refrigerada e transportadas imediatamente para o Laboratório de Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB), onde foram realizadas as análises. Os ensaios microbiológicos foram realizados somente para as duas últimas coletas.

As análises de Temperatura, pH, Salinidade, Oxigênio Dissolvido (OD), Condutividade Elétrica (CE), Sólidos Totais Dissolvidos (SDT) e Potencial de Oxidação/Redução (Oxydation Reduction Potential – ORP) foram realizadas *in loco* durante a coleta das amostras, com uma sonda multiparâmetro *Hanna Instruments - HI 9828*.

2.2.2 Análises físico-químicas e microbiológicas

Para determinação da DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), Fósforo total, Nitrogênio total Kjeldahl (NKT), Cor, Turbidez e Sólidos totais, utilizaram-se os métodos descritos em *Standard Methods for the Examination of Water* (APHA, 2017).

A análise microbiológica (Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes) foi baseada na Norma Técnica L5.202 da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESP (2018), sendo a densidade de coliformes expressa pelo Número Mais Provável (NMP) de coliformes por 100 mL, comparados com as tabelas disponibilizadas pelo Manual Analítico Bacteriológico (*Bacteriological Analytical Manual – BAM*) de Blodgett (1998), no qual são apresentados os limites de confiança de 95% para cada valor de NMP determinado (FDA, 2020).

A correlação entre os parâmetros físico-químicos e microbiológicos foi avaliada por meio do coeficiente de correlação linear de Pearson.

2.2.3 Cálculo do IQA-CETESB

O Índice de Qualidade da Água – IQA é utilizado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB e pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA e considera os valores de nove parâmetros de análises de água, como Oxigênio Dissolvido – OD, Coliformes Termotolerantes, Potencial Hidrogeniônico – pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO, Temperatura da água, Nitrogênio total (N), Fósforo total (P), Turbidez e Sólido Total. O índice é calculado pela multiplicação do valor de qualidade (q) de cada parâmetro, elevado ao seu respectivo peso (w), determinado pelo seu grau de importância para a conformação global da qualidade da água, visando seu uso para o abastecimento público, conforme apresentado na equação (1).

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

Onde: IQA corresponde ao Índice de Qualidade das Águas, que será uma nota entre 0 e 100;
 q_i = qualidade do i-ésimo parâmetro, o valor obtido no resultado da análise;
 w_i = peso correspondente a i-ésima variável, um número entre 0 e 1;

O cálculo foi realizado a partir dos resultados obtidos nas últimas duas análises (junho e julho) separadamente, obtendo duas notas IQA entre 0 e 100 para cada ponto estudado. A Classificação de qualidade da água obtida através do valor de IQA encontrado pode variar para cada estado brasileiro. No estado da Bahia, a qualidade da água é considerada “excelente” quando o IQA apresenta valor entre 80-100, “boa” entre 52-79, “aceitável” entre 36-51, “ruim” entre 20-36 e “péssima” quando o IQA é menor que 20 (PNQA/ANA, 2022).

3. Resultados e Discussão

3.1 Análise Macroscópica – Ambiente

Todos os pontos próximos às nascentes foram classificados como ótimos (A). Já os pontos mais próximos às comunidades foram classificados como bons (B) em P2 e P4 e ruim (D) em P6. Nenhum ponto foi classificado como péssimo (E), conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Pontuação e classificação IIAN dos pontos estudados.

Parâmetros	Ponto					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Cor (água)	3	3	3	3	3	2
Odor (água)	2	3	3	3	3	2
Lixo no entorno	3	3	3	3	3	2
Lixo na água	3	3	3	3	3	2
Espumas (água)	3	3	3	3	3	3
Óleos (água)	3	3	3	3	3	3
Esgoto	3	3	3	3	3	3

Vegetação	2	1	2	1	2	1
Usos da água por animais domésticos	3	1	3	3	1	1
Usos da água por humanos	1	1	1	1	1	1
Proteção	2	2	2	2	2	1
Proximidade com residência ou estabelecimento	3	1	3	1	3	1
Tipo de área de inserção	3	2	3	2	2	1
Total	34	29	35	31	32	23
Classificação IIAN*	A	B	A	B	A	D

(*) Segundo adaptação de Gomes, Melo e Vale (2005); Felipe e Magalhães Junior (2012); Fonseca e Gontijo (2021).

Todos os pontos estudados obtiveram a pontuação mínima no parâmetro “uso da água por humanos”, mesmo nos pontos inseridos dentro das APPs, pois a água é usada constantemente pelos moradores das comunidades e vizinhanças. O mesmo resultado ocorreu nos estudos realizados por Gomes, Melo e Vale (2005) e Oliveira *et al.* (2020), que observaram o uso antrópico da água através de irrigação, consumo doméstico, uso da área e para pastagem de animais. As áreas de inserção do ponto 2 e ponto 4, especialmente, são usadas para cultivos de agricultura familiar. Nelas, o leito do riacho é parcialmente desviado para rega da plantação, geralmente de feijão, como apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Presença de cultivo de feijão à montante dos pontos de coleta (setas): (a) Ponto 2 e (b) Ponto 4, onde se observa um morador coletando água para consumo.



Fonte: Autores (2022).

Todos os pontos observados, exceto P6, apresentam proteção (cercamento). No entanto, os pontos são de fácil acesso e, por isso, não foi considerada a pontuação máxima nesse parâmetro. O ponto 4, na comunidade de Bebedouro, apresenta cercamento extra em torno de um pequeno trecho do riacho, a 3 metros de distância das margens, nos dois lados. A proteção foi executada pela associação de moradores com o intuito de evitar o acesso de animais domésticos criados nos lotes próximos. Os demais pontos mais próximos às comunidades (P2 e P6) e o ponto 5 (APP) são usados para dessedentação de animais domésticos, principalmente para gado e equinos, e por isso obtiveram pontuação mínima no parâmetro “Usos da água por animais domésticos”.

Segundo Leal *et al.* (2017), o uso pelos animais pode provocar contaminação da água por fezes e urina, resultando na presença de coliformes e demais tipos de microrganismos fecais capazes de ameaçar a saúde da população que consome a água. Além disso, a presença dessas espécies animais contribui para a diminuição do ritmo de recomposição da cobertura vegetal (Gomes, Melo e Vale, 2005).

Todos os pontos mais próximos às nascentes foram considerados com pontuação média quanto ao parâmetro “Vegetação”, pois já foram e são alterados pelos moradores ao menos uma vez ao ano, com a realização de um mutirão para limpeza dos córregos, em que toda matéria orgânica oriunda das árvores próximas aos leitos é retirada a fim de aumentar o escoamento da água à montante. A limpeza anual do riacho nas APPs não chega a ser prejudicial à conservação das nascentes, pois é retirado apenas o excesso de matéria orgânica e gramíneas que interferem na passagem da água pelo seu leito natural, evitando que a água transborde e inunde os terrenos marginais, o que, segundo Calheiros *et al.* (2004), pode facilitar o desenvolvimento de espécies semiaquáticas no entorno, promovendo a diminuição da velocidade da água, tornando-a estagnada, com menor teor de oxigênio e reservatório de matéria orgânica e restos vegetais das espécies inundadas. Essa alteração foi vista claramente no ponto 1, em Água Boa, entre as visitas de maio e junho ao local, como apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Alteração da vegetação no leito do riacho no Ponto 1 (Água Boa): (a) maio, (b) junho e (c) julho de 2022.



Fonte: Autores (2022).

Apesar da limpeza que retirou a maior parte da matéria orgânica em excesso de P1, ainda foi possível observar odor e gosto de ferrugem na água, que diminuíram com a limpeza, mas ainda se mostraram presentes nas demais visitas. Acredita-se que o odor e o gosto de ferrugem na água possam estar relacionados a uma contaminação por ferro-bactérias, variedade de microrganismos capazes de retirar sua fonte de energia através de reações químicas de oxidação de sais solúveis do ferro presente no ambiente aquático lótico, produzindo hidratos de ferro após a metabolização e formando precipitados de cor marrom que normalmente apresentam-se em forma de flocos (Freitas, Inez e Joroski, 2002).

A contaminação pelas ferro-bactérias não apresenta riscos à saúde, mas provoca coloração e odor desagradável à água e pode ser indicativa de excesso de ferro na água (Souza *et al.*, 2018). A deposição dos produtos dessa contaminação foi observada principalmente sobre a vegetação aquática presente no leito do riacho no ponto 1, exclusivamente, que apresentam uma coloração marrom-alaranjada que recorda a ferrugem.

A condição da água quanto à coloração e o odor nesse ponto foi a principal reclamação dos moradores de Água Boa, relatando que o problema já é observado há alguns anos em suas residências, já que a água advinda da nascente é bombeada para toda a comunidade.

Em nenhum ponto foi observada a presença de espumas e óleo na água. Também não há presença de esgoto nos pontos em análise, visto que o saneamento básico sanitário não é uma realidade presente no município e que a maioria dos pontos estão relativamente distantes de residências e/ou estabelecimentos.

Os pontos mais próximos às comunidades (P2, P4 e P6) obtiveram valores mínimos para o parâmetro “Vegetação”, por estarem com a vegetação nativa totalmente degradada, apresentando somente algumas espécies arbóreas exóticas como mangueiras (*Mangifera sp.*) e outras frutíferas nativas como goiabeira (*Psidium guajava*) que ocasionam o aumento da quantidade de matéria orgânica depositada no riacho na época de frutificação. De acordo Leal *et al.* (2017), quanto maior é a proximidade com áreas edificadas maior é a probabilidade de impactos antrópicos na APP. Além disso, o uso e ocupação do solo nas áreas próximas aos riachos influenciam na degradação, alteração da qualidade ambiental, bem como os impactos derivados para a qualidade da água (Felippe e Magalhães Júnior, 2012). O art. 4º da Lei nº. 12.651, de maio de 2012 (Brasil, 2012), estabelece que os cursos hídricos naturais com menos de 10 m de largura tenham uma preservação de mata ciliar mínima, desde a borda da calha do leito regular, de 30 m de largura. Desse modo, os riachos apresentam-se em inconformidade com a legislação.

Dentre todos os pontos avaliados, o ponto 6, área inserida dentro da comunidade de Tabua, apresentou a menor pontuação e classificação (ruim) quanto ao IIAN. No local, observou-se lixo no entorno e dentro da água, vegetação totalmente degradada, ausência de proteção e área de inserção, além de leve presença de odor (Figura 5). Também contribuiu para essa classificação a coloração mais turva na água, além da proximidade com residências e estabelecimentos. Torres (2016), indica que a falta de proteção facilita o acesso de animais e pessoas, e aumenta a deposição de lixo e a degradação do local, que podem explicar os problemas encontrados na área.

Figura 5 – Situação do riacho da comunidade de Tabua no Ponto 6, com destaque para a presença de lixo no entorno e dentro da água (setas).



Fonte: Autores (2022).

Além do que foi exposto, cabe ressaltar que o trecho do riacho de Tabua (P6) era usado para lavagem de automóveis e motocicletas até há pouco tempo. Estas ações foram proibidas entre 2013-2015 por uma

parceria da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Baianópolis - SeMMARH e as escolas municipais da comunidade. No entanto, a água ainda é usada, com menor frequência, para lavagem de roupas e louças dos moradores mais próximos. Essas ações também são pouco frequentes nos demais pontos próximos às outras comunidades (P2 e P4). O descarte inadequado de detergentes e sabões nos corpos hídricos podem provocar diversos danos ao meio ambiente, como a eutrofização da água (aumento da turbidez e diminuição de oxigênio dissolvido), além da formação de espumas e até a morte de peixes e demais organismos aquáticos importantes para o equilíbrio do ambiente aquático (CETESB, 2022). No entanto, a água não apresentou espumas em nenhuma das observações, assim como para os demais pontos.

Os pontos mais próximos às comunidades, exceto P6, estão inseridos dentro de propriedades privadas, localizadas próximas às estradas de acesso aos povoados e também de residências, motivo pelo qual não obtiveram pontuação máxima nos parâmetros “Vegetação”, “Usos da água por animais domésticos”, “Usos da água por humanos”, “Proteção”, “Proximidade com residência ou estabelecimento” e “Tipo de área de inserção”. Já os pontos 1 e 3, inseridos nas APPs, são considerados áreas de preservação pelos moradores. Essas áreas são conhecidas como “cabeceiras”, sendo de uso comum das comunidades que se esforçam para manter a preservação das nascentes. O ponto 5, também em APP, está dentro de uma propriedade privada cuja principal atividade é a criação de gado. Apesar disso, a região da nascente ainda é mantida bem preservada, pois a comunidade de Tabua, que tem um histórico de lutas pela preservação de sua cabeceira, também tem interesse em sua conservação.

3.2 Análise da Qualidade da Água

Os resultados determinados nas análises das variáveis físicas, químicas e microbiológicas de qualidade da água para os seis pontos estudados são apresentados na Tabela 5, em conjunto com os valores limites indicados pela legislação brasileira quanto ao padrão de potabilidade (Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde) e à preservação ambiental (Resolução CONAMA nº 357/2005), para efeito de comparação.

Tabela 5 – Resultados das análises físico-químicas e microbiológicas de maio a julho de 2022 e valores determinados pelas legislações.

Pontos		P1	P2	P3	P4	P5	P6	VMP ⁽¹⁾ Normas	
Parâmetros	Análise							Portaria 888/2021	Resolução 357/2005 - Classe II
OD (mg L ⁻¹)	Maio	1,75	4,26	2,86	4,28	2,07	3,90		
	Junho	2,30	5,31	4,16	5,29	3,24	5,63	*	> 5,0
	Julho	2,56	6,30	4,53	6,52	3,6	6,55		
pH	Maio	5,62	6,8	5,5	6,4	6,42	7,19		
	Junho	5,61	6,52	5,37	6,43	6,24	7,18	6,0 – 9,0	6,0 – 9,0
	Julho	5,42	6,7	5,51	6,55	6,52	7,2		
DBO (mg O ₂ L ⁻¹) ⁽²⁾	Maio	4,22	4,19	3,94	3,18	3,80	4,41		
	Junho	17,2	17,7	18,7	18,2	17,4	17,4	*	≤ 5,0
	Julho	12,8	17,6	20,1	16,1	12,6	11,5		
Salinidade (mg L ⁻¹)	Maio	0,02	0,02	0,03	0,03	0,08	0,08		
	Junho	0,04	0,03	0,03	0,04	0,11	0,11	*	*
	Julho	0,03	0,03	0,03	0,03	0,09	0,09		
ORP (mV)	Maio	-39,1	2,4	26,9	12,2	-24,4	4,2		
	Junho	32,1	72,6	107,3	93,7	71,3	64,8	*	*
	Julho	32,2	44,3	60,5	59,7	45,6	25,4		
STD (ppm)	Maio	30	25	30	30	88	87		
	Junho	39	33	38	39	112	112	≤ 500	≤ 500
	Julho	34	30	34	34	99	99		
Condutividade elétrica (μS cm ⁻¹)	Maio	61	50	60	59	175	174		
	Junho	77	65	77	78	224	224	*	*
	Julho	69	59	68	69	197	197		
Temperatura °C	Maio	25,36	23,70	25,38	25,77	24,84	25,09		
	Junho	24,79	22,47	24,76	24,82	24,32	26,84	*	*
	Julho	24,55	20,97	24,50	24,32	24,04	25,64		
Turbidez (uT)	Maio	0,04	0,953	1,703	0,04	0,81	3,397		
	Junho	0,04	0,653	0,563	0,983	0,44	1,906	≤ 5,0	≤ 100
	Julho	0,066	0,876	0,04	0,14	0,2	5,43		
Cor (uH)	Maio	0,0	20,6	14,26	4,5	13,7	30,57		
	Junho	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	≤ 15,0	≤ 75,0
	Julho	5,23	13,73	0,0	6,86	5,63	24,13		
P total (mg L ⁻¹)	Maio	0,533	0,382	0,656	0,267	0,615	0,262		
	Junho	0,489	0,295	0,313	1,363	0,273	0,617	*	≤ 0,1 ⁽⁴⁾
	Julho	ND ⁽³⁾	ND	ND	0,059	0,033	0,046		
N total (mg L ⁻¹)	Maio	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8		
	Junho	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	*	*
	Julho	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8		
Sólido total (mg L ⁻¹)	Maio	96	84	74	72	138	154		
	Junho	68	70	64	84	156	166	*	*
	Julho	82	106	106	88	168	132		
Col. totais (NMP 100 mL ⁻¹)	Maio	--	--	--	--	--	--		
	Junho	360	740	920	3600	2000	1600	Ausência em 100 mL	*
	Julho	≤ 3	920	1100	360	920	1500		
Col. termotolerantes (NMP 100 mL ⁻¹)	Maio	--	--	--	--	--	--		
	Junho	360	300	≤ 3	720	610	1100	Ausência em 100 mL ⁽⁵⁾	≤ 1.000 em 100 mL ⁽⁶⁾
	Julho	≤ 3	230	720	360	≤ 3	1500		

(*) Valor não especificado pela referida normativa; (--) Análise não realizada; (1) Valor Máximo Permitido pela referida normativa; (2) DBO 5 dias a 20°C; (3) Não Detectado; (4) Valor para ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários; (5) Água para consumo humano em toda e qualquer situação, incluindo proveniente de nascentes, poços e minas; (6) Esse valor não deverá ser excedido por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos seis amostras coletadas durante o período de um ano, bimestralmente.

Os resultados das três campanhas de análises dos quinze parâmetros estudados mostraram que apenas Sólidos Totais Dissolvidos (STD), Turbidez, Cor e Fósforo total (P total) estão em conformidade com os valores definidos pela Portaria 888/2021 (Brasil, 2021) e pela Resolução Conama 357/2005 (Brasil, 2005), em todos os pontos estudados. Mas vale ressaltar que os valores máximos estabelecidos pelas legislações são para águas após tratamento, o que não é a realidade das águas estudadas nesse trabalho.

O resultado de pH apresentou-se em conformidade com as legislações em quase todos os pontos, exceto nos pontos 1 e 3, que acusaram valores ligeiramente abaixo do esperado, assim como resultados de Santos e Santos (2021), que relacionaram a variação de pH com alterações das matas ciliares e outros fatores. Apesar de apresentarem valores fora da faixa estabelecida pela legislação, os resultados de pH ligeiramente ácido são considerados normais para ambientes naturais, nos quais o pH varia entre 4 e 9, já que não existem fontes externas de poluição, como efluentes industriais ou esgotos domésticos nas bacias de contribuição das nascentes em estudo, como no estudo realizado por Agrizzi *et al.* (2018).

Os valores de Oxigênio Dissolvido (OD) variaram de 1,75 mg L⁻¹ (P1) a 6,55 mg L⁻¹ (P6). Todos os pontos inseridos nas APPs (P1 - principalmente, P3 e P5) apresentaram resultados abaixo do estabelecido na legislação, o que pode estar relacionado com maior teor de matéria orgânica em decomposição, visto que as áreas de afloramento das nascentes estão tomadas por vegetação semiaquática hidrófita (Taboa - *Typha angustifolia*) e outras espécies daninhas, que acabam provocando uma diminuição do fluxo de água nos primeiros metros antes da formação dos riachos nos quais foram realizadas as análises. Os baixos valores de OD apresentados não comprometem o uso de sua água no que se refere ao aspecto do abastecimento domiciliar e animal, tendo em vista não inferir grau de poluição já que não são águas que recebem lançamento de esgoto, apesar de poderem prejudicar a vida aquática (Agrizzi *et al.*, 2018).

Além disso, a presença da possível contaminação por ferro-bactérias no ponto 1, que indica concentrações mais altas de ferro no local, podem ser o motivo principal do ponto apresentar os valores mais baixos de OD entre os demais, já que para oxidarem o ferro esses microrganismos consomem uma maior quantidade de oxigênio, causando decaimento na taxa do OD disponível no ambiente. No entanto, faz-se necessário um estudo mais direcionado para quantificação do metal neste ponto e identificação dessa provável contaminação bacteriana.

Foi possível observar uma mudança brusca de resultados para Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) em todos os pontos avaliados entre as análises de maio e julho. Isso pode ter ocorrido pela mudança do período chuvoso para o período de estiagem, típica da região Oeste da Bahia, que diminuiu a quantidade de água nas nascentes e conseqüentemente aumentou a concentração de matéria orgânica diluída. Essa alta concentração de DBO relaciona-se diretamente com as baixas taxas de OD disponíveis na água, visto que o parâmetro é usado para indicar a presença de matéria orgânica, responsável pelo principal problema de poluição das águas, que consomem o oxigênio disponível na água como resultado da atividade respiratória de bactérias (Ministério da Saúde, 2006).

Ao contrário do que observaram Agrizzi *et al.* (2018), os parâmetros Turbidez e Condutividade Elétrica (CE) apresentaram correlações fracas com a DBO (-0,19 e 0,03, respectivamente). Por outro lado, observou-se correlação de 0,47 entre os parâmetros Turbidez e CE. A turbidez pode variar de acordo com a quantidade de matéria orgânica na água, apresentando-se em maior concentração no ponto 6 (5,43 uT). Esse parâmetro pode influenciar na condutividade elétrica, visto que pode variar de acordo as concentrações iônicas e da temperatura, indicando a quantidade de sais existentes, ao representar uma medida indireta da concentração de poluentes. De acordo a Fundação Nacional de Saúde – FUNASA (2014), em águas naturais não poluídas, a concentração de DBO é baixa, variando de 1 mg L⁻¹ a 10 mg L⁻¹, podendo atingir valores bem mais elevados em corpos d'água sujeitos à poluição orgânica, em decorrência do recebimento de esgotos domésticos ou de criatórios de animais; já a CE varia de 10 a 100 µS cm⁻¹, podendo chegar a 1000 µS cm⁻¹ em águas altamente poluídas.

A CE também fornece indicações de alterações na composição de uma água, especialmente na sua

concentração mineral, mas sem quantidades relativas dos vários componentes (CETESB, 2020). A água de Tabua, em P5 e P6, apresentou o maior teor de salinidade entre os pontos estudados, o que pode explicar os valores mais altos da CE nesses pontos em relação aos demais, sendo considerada “salobra” com base na Resolução Conama 357/2005 (Brasil, 2005) por apresentar percentual de salinidade superior à 0,05 mg L⁻¹. Além disso, os pontos 5 e 6 tiveram valores mais significativos de Sólidos Totais, provavelmente por conter mais sais na água, e apresentar-se com maior turbidez no ponto 6. Os coeficientes de correlação linear obtidos nas comparações entre Salinidade e CE e entre Salinidade e Sólidos Totais foram de, respectivamente, 0,99 e 0,90, indicando uma forte correlação positiva entre essas variáveis. Araújo *et al.* (2011), afirmam que altas concentrações de sólidos na água podem reduzir a quantidade de oxigênio dissolvido e modificar as características do ambiente aquático, ao proporcionar o desenvolvimento de microrganismos patogênicos. Além disso, o excesso de sólidos na água pode ocasionar aumento na ingestão de minerais, levando ao acúmulo destes nos órgãos ou até mesmo causar complicações renais.

As análises microbiológicas de Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes (indicativo de *E. Coli*) mostraram-se positivas em todos os pontos, em pelo menos uma das campanhas realizadas. Os pontos 2, 4 e 6 (trecho do riacho) apresentaram-se positivos nas duas análises para os dois parâmetros, o que demonstra a necessidade de uma atenção especial nesses pontos, já que são usados para coleta de água pela população das comunidades e vizinhanças. O ponto 6, em especial, apresentou inconformidade com o valor máximo estabelecido pela Resolução Conama 357/2005 (Brasil, 2005) para Coliformes Termotolerantes em águas naturais. A presença desses microrganismos, principalmente Col. Termotolerantes, pode dar-se pelo uso das águas para abastecimento de animais domésticos, já que se tratam de bactérias que naturalmente habitam o intestino de alguns animais de sangue quente. Quanto maior a população de coliformes em uma amostra de água, maior é a chance de que exista contaminação por organismos patogênicos. No entanto, apesar de terem valores sanitários limitados para águas naturais, a atenção para coliformes restringe-se praticamente à avaliação da qualidade da água tratada, na qual sua presença pode indicar falhas no tratamento (FUNASA, 2014).

Assim como no estudo realizado por Felipe e Magalhães Júnior (2012), os valores dos testes bacteriológicos corroboraram os índices IIAN obtidos, pois os pontos inseridos nas APPS que apresentaram classificação A (ótima) no Índice de Impacto Ambiental em Nascentes apresentaram valores aceitáveis de Coliformes Termotolerantes para águas naturais sem quaisquer tratamento, conforme a Resolução CONAMA 357/2005. Já o P6, local mais impactado pelo uso antrópico, único com classificação D (ruim), foi o ponto com valores mais altos para coliformes, principalmente para *E. Coli*, além de apresentar inconformidade em outros parâmetros estudados.

Na Tabela 6 são apresentados os valores do Índice de Qualidade da Água (IQA-CETESB) obtidos a partir dos valores dos parâmetros analisados nos meses de junho e julho separadamente, segundo a metodologia da CETESB.

Tabela 6 – Notas de IQA e classificação para cada ponto estudado.

Povoado	Pontos	Nota IQA		Classificação *
		Junho	Julho	
Água Boa	P1	41	63	Aceitável/Boa
	P2	55	57	Boa
Bebedouro	P3	55	50	Boa/Aceitável
	P4	46	63	Aceitável/Boa
Tabua	P5	47	73	Aceitável/Boa

P6	52	68	Boa
----	----	----	-----

(*) Classificação de acordo a CETESB – ANA.

Conforme a classificação obtida com o IQA-CETESB, a qualidade das águas de todos os pontos esteve entre “aceitável” e “boa”, apresentando melhora da primeira para a segunda avaliação, exceto para P3, cuja qualidade passou de “boa” para “aceitável” nas coletas realizadas entre os meses de junho e julho, respectivamente. Por outro lado, embora a qualidade da água obtida na maioria das amostragens realizadas tenha sido classificada como “boa” com base no IQA-CETESB, a comparação dos valores dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos obtidos com os padrões normativos estabelecidos contrariou essa classificação, principalmente no caso dos pontos com maiores impactos antrópicos, como em P6, visto que apresentaram algum tipo de inconformidade com a Portaria 888/2021 (BRASIL, 2021) e a classe 2 da Resolução CONAMA Nº 357/05 (BRASIL, 2005).

A realidade ambiental dos pontos mais próximos às comunidades propõe que a qualidade de suas águas esteja diferente da classificação apontada no IQA-CETESB. Nas comunidades de Água Boa e Tabua, a qualidade da água dos pontos próximos à comunidade (P2 e P6) foi igual ou superior àquela obtida nos pontos próximos à nascente (P1 e P5), com base no IQA-CETESB, nas duas amostragens realizadas. Por outro lado, a qualidade ambiental dos pontos próximos às comunidades, classificada como “boa” em P2 e P4 e “ruim” (D) em P6, de acordo com o IIAN obtido, foi inferior àquela dos pontos próximos às nascentes (P1, P3 e P5), que foram classificados como “ótimos”. Cabe ressaltar que a qualidade da água dos pontos 1, 3 e 5 foi classificada como “aceitável” em uma das amostragens realizadas, apesar de estarem inseridos em APPs e serem visualmente mais preservados.

No estudo de qualidade das águas do Assentamento Florestan Fernandes - Sul do Espírito Santo, realizado por Oliveira *et al.* (2020), também houve contradições entre os resultados físico-químicos e microbiológicos, que ultrapassaram os limites estabelecidos pelas legislações, e os resultados da classificação IQA-CETESB, indicando uma classificação contraditória aos resultados de alguns parâmetros que se enquadraram nos padrões legais e podem ter sido responsáveis por alterar o valor do IQA.

Os parâmetros pH e OD estão entre os que apresentam os maiores pesos do índice (q_i), e por isso podem explicar a baixa classificação dos pontos P1 e P3 quanto ao IQA, visto que devido a características próprias as nascentes naturalmente possuem baixos teores de oxigênio dissolvido e pH ligeiramente ácidos, não implicando em comprometimento à saúde (Oliveira *et al.*, 2020). De acordo as conclusões do estudo de qualidade de águas em nascentes do Assentamento Paraíso – Espírito Santo, realizado por Agrizzi *et al.* (2018), os resultados do IQA-CETESB podem mostrar-se divergentes ao implicarem 29% do valor total para os parâmetros de OD e pH, considerando que esse valor era muito elevado e inadequado, podendo causar uma errônea classificação da qualidade de algumas nascentes que tiveram baixas taxas de oxigenação e pH ligeiramente ácidos, como no caso dos pontos 1 e 3.

Além disso, vale frisar que o Índice IQA-CETESB não foi criado ou modificado de acordo às características próprias da região Nordeste e, principalmente, da Bahia, estando propenso a apresentar resultados diferentes daqueles que são obtidos nas demais regiões brasileiras pelas diferenças de clima, solo, fitofisionomias, entre outras.

3.3 Sugestões aos Problemas Encontrados

Com base nas características de cada nascente e nos principais problemas encontrados, é possível propor um plano de recuperação e/ou preservação específico para cada ponto avaliado, com o uso de diferentes metodologias. Na Figura 6, apresentam-se algumas possíveis soluções para os principais problemas encontrados nos locais avaliados.

Figura 6 – Quadro-síntese de principais problemas encontrados e possíveis soluções que podem auxiliar na melhoria hidroambiental das áreas estudadas.

Ponto estudado	PRINCIPAIS PROBLEMAS ENCONTRADOS	POSSÍVEIS SOLUÇÕES
Ponto 1 – Nascente de Água Boa.	(a) Possível contaminação por Ferro-bactérias; (b) Impossibilidade de acesso ao afloramento da nascente por alta concentração de espécies de plantas semiaquáticas (Taboa – <i>Typha angustifolia</i>) e espécies daninhas, possível motivo das baixas taxas de oxigênio dissolvido observadas;	(a) Estudo para adição de composto atóxico para eliminação das ferro-bactérias conforme indicado por Joroski (2010). Avaliar possíveis impactos da limpeza completa das plantas aquáticas contaminadas que estão inseridas no córrego inicial da nascente; (b) Limpeza de obstruções do afloramento das nascentes;
Ponto 2 – Riacho de Água Boa.	(a) Uso por animais à jusante; (b) Degradação da vegetação nativa e inexistência de mata ciliar; (c) Cultivo familiar muito próximo, podendo causar contaminação por agroquímicos;	(a) Construção de bebedouros que armazenem água da nascente para que não haja necessidade dos animais acessarem a água dos córregos; (b) Recuperação florestal da mata ciliar, com base no estabelecido pela Lei nº 12.651/2012, a saber: 30 m de vegetação nativa para cursos d'água com menos de 10 m de largura. Para isso, poderão ser usadas diversas técnicas, como plantio de mudas, nucleação, semeadura direta, indução e/ou condução da regeneração natural (Calheiros <i>et al.</i> 2009), definindo uma decisão coletiva para a restauração ecológica nas nascentes e dos riachos; (c) Educação Ambiental dos pequenos agricultores para redução do uso de materiais tóxicos para o controle de pragas (Calheiros <i>et al.</i> , 2019), ou inserção de uso de biofertilizantes e defensivos biológicos, que geram menos danos ao meio ambiente;
Ponto 3 – Nascente de Bebedouro.	(a) Impossibilidade de acesso ao afloramento da nascente por alta concentração de espécies	Solução (b) do Ponto 1.

	de plantas semiaquáticas (Taboa – <i>Typha angustifolia</i>) e espécies daninhas, possível motivo das baixas taxas de oxigênio dissolvido observadas;	
Ponto 4 – Riacho de Bebedouro.	<ul style="list-style-type: none"> (a) Uso por animais à montante; (b) Quantidades consideráveis de plantas daninhas na beira do córrego, podendo aumentar os níveis de matéria orgânica; (c) Degradação da vegetação nativa e inexistência de mata ciliar; (d) Cultivo familiar muito próximo, podendo causar contaminação por agroquímicos. 	<ul style="list-style-type: none"> (a) Construção de bebedouros para os animais – Solução (a) do ponto 2; (b) Limpeza do entorno do córrego; (c) Recuperação florestal da mata ciliar – Solução (b) do ponto 2; (d) Educação Ambiental dos pequenos agricultores – Solução (c) do ponto 2;
Ponto 5 – Nascente Tabua.	<ul style="list-style-type: none"> (a) Criação e uso da água por animais dentro da APP; (b) Impossibilidade de acesso ao afloramento da nascente por alta concentração de espécies de plantas semiaquáticas (Taboa – <i>Typha angustifolia</i>) e espécies daninhas, possível motivo das baixas taxas de oxigênio dissolvido observadas; (c) Alto teor de salinidade na água; 	<ul style="list-style-type: none"> (a) Construção de bebedouros para os animais – Solução (a) do ponto 2; (b) Limpeza de obstruções do afloramento das nascentes; (c) Projetos comunitários para dessalinização da água, através de destilação solar, destilação multi-estágios, eletro-diálise, osmose-reversa ou destilação à vácuo (Santos, Luz e Medeiros, 2019);
Ponto 6 – Riacho de Tabua.	<ul style="list-style-type: none"> (a) Falta de proteção; (b) Uso por humanos para tarefas diárias; (c) Lixo na água e no entorno do córrego; (d) Degradação da vegetação nativa e inexistência de mata ciliar; (e) Alto teor de salinidade na água; 	<ul style="list-style-type: none"> (a) Proteger o córrego que passa pelo centro da comunidade com cercas, para impedir o acesso fácil por animais e pessoas; (b) Educação Ambiental para redução do uso da água para lavagens de louças e roupas, e opção por uso de detergentes e sabões que apresentem compostos biodegradáveis; (c) Educação ambiental para coleta e proibição da deposição de lixo no entorno e dentro do córrego, desenvolvendo projetos que tenham participação das escolas e associação de moradores da comunidade;

		(d) Recuperação florestal da mata ciliar – Solução (b) do ponto 2; (e) Projetos que proponham alguma técnica comunitária para dessalinização da água – Solução (c) do ponto 5.
Todos os pontos	Parâmetros físico-químico e microbiológicos em inconformidade com a legislação (Portaria 888/2021 e Resolução CONAMA 357/2005) para potabilidade da água para consumo humano.	Estudo de metodologias para tratamento simples da água, que possam ser acessíveis e práticas para os moradores das comunidades; Buscar recomposição e restauração das matas ciliares nas nascentes e trechos dos riachos, de modo que proporcionem a médio e longo prazo, a melhoria gradativa e irreversível da qualidade das águas; Além disso, estudar possibilidades para geração de renda aos moradores a partir do uso sustentável das espécies frutíferas de interesse fitoterápico e cosmético presentes nas nascentes.

Fonte: Autores (2022).

O contato entre resultados e propostas abordadas neste trabalho e a população das comunidades e vizinhanças é de extrema importância para o alcance da preservação das nascentes e seus riachos, pois atrai atenção dos usuários dessas águas para o que é preciso ser feito (ou não feito) para mantê-las limpas e correntes ao longo das próximas gerações. Além disso, as propostas devem ter o apoio e participação das comunidades, visando propagar os conhecimentos de preservação/recuperação obtidos na prática para as gerações que ainda estão por vir e para que a proteção das nascentes seja uma tarefa cotidiana de toda a comunidade.

É necessário, também, adequar as propostas de proteção ao meio ambiente de acordo às opiniões e interesses de cada comunidade, levando em conta as necessidades das populações que dependem da exploração dos recursos naturais para sua subsistência. Malaquias e Candido (2013) destacam em seu trabalho que a preservação das nascentes ultrapassa a esfera ambiental, pois “se salva a natureza, matam-se pessoas”, abrangendo atenção às instâncias políticas e socioeconômicas que se relacionam à falta de infraestrutura, renda e informação da população da região.

4. Conclusão

As nascentes estudadas apresentam um bom estado de preservação, e indicam o interesse das comunidades que estão inseridas e demais vizinhanças na sua conservação. Apesar dos impactos encontrados, os pontos mais próximos às comunidades, exceto P6, ainda apresentam boas condições para o consumo da água pela população, porém demandam atenção para os problemas ambientais encontrados, a fim de promover melhorias por meio de metodologias adequadas.

Apesar de o IQA-CETESB apresentar divergências para a classificação de qualidade das águas em algumas nascentes, ainda é possível verificar uma relação com a classificação da qualidade ambiental por meio do IIAN e com os resultados das análises das águas, ao considerar as águas brutas que não possuem nenhum tipo de tratamento prévio para consumo. A portaria 888/2021 (Brasil, 2021) delimita em seu parágrafo único do Capítulo IV – Das Exigências Aplicáveis aos Sistemas e Soluções Alternativas Coletivas de Abastecimento

de Água para Consumo Humano, que “as águas provenientes de manancial superficial devem ser submetidas a processo de filtração”, implicando em uma metodologia simples e acessível para as diversas famílias que consomem as águas estudadas.

Para sua efetiva contribuição, é preciso que as ações propostas para mitigação dos problemas encontrados nesse trabalho tenham o apoio e participação ativa das comunidades rurais de Água Boa, Bebedouro, Tabua e vizinhanças, a fim de promover a preservação ambiental das nascentes e assegurar a saúde para as populações que necessitam dessas águas para sobrevivência através da educação ambiental. Além disso, a busca de metodologias para tratamento simples, eficaz e acessível aos consumidores das águas se faz urgente, visto a inconformidade com as legislações vigentes para consumo de água por humanos, principalmente no que tange à presença de Coliformes.

As famílias não devem ser impedidas de usar as águas, mas sim auxiliadas no consumo consciente e sustentável, para a promoção do seu sustento através da preservação dessas nascentes que não podem secar.

5. Agradecimentos

Ao laboratório de Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB) por todo apoio prestado nas análises físico-químicas e microbiológicas e à EMBASA (Barreiras-BA) pelo apoio e doação de vidrarias usadas nas análises laboratoriais.

6. Referências

Agrizzi, D. V., Cecílio, R. A., Zanetti, S. S., Garcia, G. O., Amaral, A. A., Firmino, E. F. A., e Mendes, N. G. S. (2018). Qualidade da água de nascentes do Assentamento Paraíso. **Eng Sanit Ambient**, v.23(3), p. 557-568.

ANA – Agência Nacional de Água; CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2011). **Guia nacional de coleta de preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. Brasília, DF: ANA; São Paulo: CETESB. 327p.

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. (2017). **Standard methods for the examination of water and wastewater** (23^a ed.). New York: APHA, AWWA, WPCR. 1545 pag.

Araújo, G. G. L., Voltoline, T. V., Turco, S. H. N., e Pereira, L. G. R. (2011). **A água nos Sistemas de Produção de Caprinos e Ovinos** in: **Produção de Caprinos e Ovinos no Semiárido**. Petrolina, PE, 553p.

BRASIL. **Instrução normativa nº 01, de 7 de março de 2005, que Regulamenta a portaria nº 1.172/2004/gm, no que se refere às competências da união, estados, municípios e distrito federal na área de vigilância em saúde ambiental**. Ministério da Saúde. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs/2005/int0001_07_03_2005_rep.html>. Acessado em junho/2022. 2005.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa**. Presidência da República, 25 de maio. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acessado em junho/2022. 2012.

BRASIL. **Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de Setembro de 2017, consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde**. Ministério da Saúde. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html> Acessado em junho/2022. 2017

BRASIL. Portaria GM/MS Nº 888 de 4 de maio de 2021, que altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, 07 de maio. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>> Acessado em maio/2022. 2021.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 18 de mar. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=2747>> Acessado em julho/2022. 2005.

Calheiros, R., Tabai, F., Bosquilia, S., e Calamari, M. (2004). **Preservação e recuperação das nascentes**. (1a ed.) Piracicaba: comitê das bacias hidrográficas dos rios PCJ – CTRN, 53p.

Calheiros, R., Tabai, F., Bosquilia, S., e Calamari, M. (2009). **Cadernos da Mata Ciliar / Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Departamento de Proteção da Biodiversidade**. São Paulo: SMA, nº 1. 36 pag.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. (2020). **Apêndice C Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem in: Relatório Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo – 2020**. São Paulo: CETESB. 57 pag.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. (2022). Mortandade de Peixes: detergentes. Governo do Estado de São Paulo, SP. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/mortandade-peixes/alteracoes-fisicas-e-quimicas/contaminantes/detergentes/>> Acesso em: 25/07/2022.

CETESP – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. (2018). Norma Técnica L5.202: Coliformes totais, coliformes termotolerantes e Escherichia coli - Determinação pela técnica de tubos múltiplos (5ª ed). São Paulo: CETESP. 26p.

Embasa – Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. (2017). Sistema Integrado de Abastecimento de Água dos Municípios de Catolândia e Baianópolis. **Relatório Anual de Informações ao Consumidor – Embasa**. 2p.

FDA - Federal Drug Administration. (2020). **BAM Appendix 2: Most Probable Number from Serial Dilutions**. U.S. Food e Drug – Administration. Disponível em: <<https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-appendix-2-most-probable-number-serial-dilutions>>. Acesso em: 27/06/2022.

Felippe, M., e Magalhães Junior. (2012). Impactos ambientais macroscópicos e qualidade das águas em nascentes de parques municipais em Belo Horizonte, MG. **Geografias Artigos Científicos**, 08(2), 16p.

Fortes, A. C. C., Barrocas, P. R. G., Kligerman, D. C. (2019). A vigilância da qualidade da água e o papel da informação na garantia do acesso. **Saúde Debate**, v.43, p 20-34.

Freitas, C. A., Inez, G. B., e Jorosc, R. (2002, setembro). Projeto Piloto de Combate as Ferro Bactérias em Poços Tubulares no Aquífero Aluvionar de Amaro Lanari no Vale do Aço – MG. **Anais do XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**. Santa Catarina, SC, Brasil. 17 pag.

FUNASA – fundação Nacional de Saúde. (2014). **Manual De Controle Da Qualidade Da Água Para**

Técnicos Que Trabalham Em Etas (1ª ed.). Brasília: Funasa. 116 pag.

Gaspar, M., e Campos, J. (2007). O sistema aquífero Urucuia. **Revista brasileira de geociências**, 37 (4), 216 – 226.

Gomes, P., Melo, C. e Vale, V. (2005). Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia-MG: análise macroscópica. **Sociedade e natureza**, 17 (32), 103 – 120.

Guimarães, B. (2012). **Análise multitemporal do uso e ocupação do solo no município de Baianópolis (Ba)**. Dissertação de mestrado em Geografia, Universidade de Brasília (UNB), Brasília – DF, 58p., Brasil.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2020). **População estimada 2021/Baianópolis – Bahia, Brasil**. IBGE Cidades. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/baianopolis/panorama>>. Acesso em: 26/06/2022.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2020). **Território e Ambiente/Baianópolis – Bahia, Brasil**. IBGE Cidades. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/baianopolis/panorama>>. Acesso em: 26/06/2022.

Joroski, R. (2010). O fim das bactérias em poços. **Água Limpa – Setor do Tratamento de Água**, v. 01 (1), 32 pag.

Leal, M., Tonello, K., Dias, H., e Mingoti, R. (2017). Caracterização hidroambiental de nascentes, **Ambiente & Água**, 12 (1), 10p.

Ministério da Saúde; Secretaria de Vigilância em Saúde (2006). **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 212p.

Oliveira, F. R., Cecílio, R. A., Zanetti, S. S., e Ferraz, F. T. (2020). Caracterização Hidroambiental como Indicador de Qualidade de Água em Nascentes. **Caminhos de Geografia**, v. 21(74), p. 276–294.

PNQA - Portal de Qualidade das Águas / ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2022). **Indicadores de Qualidade - Índice de Qualidade das Águas (IQA)**. Brasília – DF. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>> Acesso em: 23/07/2022.

Poli-USP – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. (2004). **Manual de Procedimentos e Técnicas Laboratoriais Voltado Para Análises de Águas e Esgotos Sanitário e Industrial**. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária; Laboratório de Saneamento “Prof.º Lucas Nogueira Garcez. São Paulo: Poli-USP. 113p.

Pousa, R., Costa, M., Pimenta, F., Fontes, V., Brito, V., e Castro, M. (2019) Climate change and intense irrigation growth in western bahia, brazil: the urgent need for hydroclimatic monitoring. **Water**, 11 (5), 21p.

Santos, D. R. C. S., e Santos, V. C. (2021). Impactos ambientais macroscópicos e qualidade da água em nascentes localizadas na Vila Bananeira, Arapiraca-AL. **Diversitas Journal**. vol. 6(1). p. 481-498.

Santos, P. N. F., Luz, E. L. P., e Medeiros, M. C. (2019). **Processos De Dessalinização De Água Salobra No Semiárido E Reaproveitamento Do Resíduo Salino**. I Congresso Internacional de Meio Ambiente e Sociedade e III Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido. Campina Grande, PB. 11 pag.

SEI - Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. (2011). **Perfil socioeconômico do município de Baianópolis**. Secretaria de Planejamento. 5 pag.

Souza, W. B., Melo, L. P., Lima, L. C., Souza, D. C., e Teixeira, T. T. (2018). Mapeamento e avaliação da potabilidade de água proveniente de fontes alternativas de captação na cidade de Astolfo Dutra. **Águas Subterrâneas - Seção Estudos de Caso e Notas Técnicas**. 7 pag.

Todeschini, R., Swarowsky, a., Panziera, A. G., Erthal, G. L., Horn, J. F. C., Cruz, J. C. (2022). Protected springs water resilience in watershed of south of Brazil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.27.

Torres, F. T. P. (2016). Mapeamento e análise de impactos ambientais das nascentes do córrego Alfenas, Ubá (MG). **Revista de Ciências Agroambientais**, v.14(1), p.45-52.

Vieira, A. (2006). **Cadernos de educação ambiental água para vida, água para todos: livro das águas**. Brasília: WWF-Brasil, 68p.