

## QUALIDADE DA ÁGUA DE NASCENTES EM COMUNIDADES RURAIS DA REGIÃO OESTE DO ESTADO DA BAHIA

### WATER QUALITY OF SPRINGS IN RURAL COMMUNITIES IN THE WESTERN REGION OF THE STATE OF BAHIA

Nathalia Naiany Ribeiro de Souza<sup>a</sup>, Matheus Souza Sampaio<sup>a</sup>, Gabriela Silva de Sousa<sup>a</sup>, Grazielle de Cássia Brito Soares da Silva<sup>a</sup>, Ana Caroline Ribeiro de Souza<sup>a</sup>, Jaedson Alves Ferreira<sup>a</sup>, Luís Gustavo Henriques do Amaral<sup>a</sup>, Maico Chiarello<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidade Federal do Oeste da Bahia – UFOB

nathalia.souza@ufob.edu.br, matheus.s2794@ufob.edu.br, gabriela.s2713@ufob.edu.br, grazielle.s1110@ufob.edu.br, ana.s1733@ufob.edu.br, jaedson.f3593@ufob.edu.br, luis.gha@ufob.edu.br, maico.chiarello@ufob.edu.br

Submissão: 05 de novembro de 2024

Aceitação: 15 abril de 2025

#### Resumo

Este estudo aborda a necessidade crescente de compreender e abordar os desafios enfrentados na garantia do acesso à água potável em áreas rurais, especialmente no contexto do Cerrado brasileiro. Diante disso, o objetivo do estudo foi avaliar a qualidade da água em três importantes nascentes no município de Baianópolis-Bahia, que são utilizadas para consumo *in natura* e demais atividades humanas. Foram adotadas metodologias de análises físico-químicas e microbiológicas da água, considerando parâmetros como cor aparente, condutividade elétrica, OD, pH, turbidez, salinidade, alcalinidade, coliformes totais e coliformes termotolerantes realizadas em três campanhas bimestrais (outubro e dezembro de 2023 e em fevereiro de 2024) em nascentes das comunidades rurais de Água Boa, Bebedouro e Tabua. Os resultados revelaram que na nascente de Água Boa, houve destaque pelos valores mais baixos de OD e pH e maiores valores de cor aparente e turbidez em pelo menos uma das campanhas realizadas, apresentando preocupação com a qualidade hidroambiental da área. Além disso, os parâmetros de CE, alcalinidade e salinidade revelam que a nascente de Tabua apresenta características diferentes das demais fontes de Água Boa e Bebedouro. Os resultados microbiológicos detectaram presença de coliformes totais e termotolerantes em todas as nascentes estudadas, demonstrando contaminação da água e possível risco aos consumidores. Ao analisar esses dados à luz das normativas da Portaria n° 888/21 e da Resolução CONAMA n° 357/2005, percebeu-se a importância da realização de medidas de tratamento da água antes do consumo humano. Concluiu-se que a avaliação contínua da qualidade da água e a implementação de medidas de conservação são essenciais para garantia da qualidade da água, promoção da saúde pública e manutenção dos ecossistemas locais.

**PALAVRAS-CHAVE:** saneamento rural; Cerrado; fontes alternativas de abastecimento.

#### Abstract

This study addresses the growing need to understand and address the challenges faced in guaranteeing access to drinking water in rural areas, especially in the context of the Brazilian Cerrado. The aim of the study was to assess the quality of water in three important springs in the municipality of Baianópolis-Bahia, which are used for fresh consumption and other human activities. Physico-chemical and microbiological water analysis methodologies were adopted, considering parameters such as apparent color, electrical conductivity, DO, pH, turbidity, salinity, alkalinity, total coliforms and thermotolerant coliforms carried out in three bimonthly campaigns (October and December 2023 and in February 2024) in springs in the rural communities of Água Boa, Bebedouro and Tabua. The results revealed that in the Água Boa spring, the lowest values of DO and pH and the highest values of apparent color and turbidity in at least one of the campaigns carried out stood out, showing concern for the hydro-environmental quality of the area. In addition, the EC, alkalinity and salinity parameters show that the Tabua spring has different characteristics to the other springs in Água Boa and Bebedouro. The microbiological results detected the presence of total and thermotolerant coliforms in all the springs studied, showing contamination of the water and a possible risk to consumers. By analyzing this data

in the light of the regulations of Ordinance No. 888/21 and CONAMA Resolution No. 357/2005, the importance of carrying out water treatment measures before human consumption became apparent. It was concluded that the continuous assessment of water quality and the implementation of conservation measures are essential for guaranteeing water quality, promoting public health and maintaining local ecosystems.

**KEYWORDS:** rural sanitation; Cerrado; alternative water supply sources.

## INTRODUÇÃO

A água é um elemento essencial para manter o equilíbrio da vida e do meio ambiente, garantir a sua qualidade é primordial para evitar riscos à saúde e ao bem-estar da população. Infelizmente, em áreas rurais o acesso à água potável é escasso e ocorre principalmente por meio de fontes alternativas de abastecimento, que na sua maioria podem não apresentar segurança em função da qualidade e consiste como facilitador para o aumento no número de doenças de vinculação hídrica (Bernadino *et al.*, 2020).

As nascentes desempenham um papel crucial como fontes de água para consumo humano e atividades agrícolas em áreas rurais, embora frequentemente enfrentem problemas de qualidade hídrica inadequada (Souza *et al.*, 2022; Who, 2019). De acordo com o Programa Nacional de Saneamento Rural – PNSR (FUNASA, 2019), nas áreas rurais, cerca de 24 milhões de pessoas (59,5%) não possuem atendimento adequado de abastecimento de água. Sendo que, até o ano de 2017, o seu fornecimento em 65% das residências era advindo de poços e nascentes, nos quais os corpos hídricos na maioria das vezes estão contaminados (IBGE, 2021).

As fontes alternativas para abastecimento de água, como nascentes, dificilmente atendem aos padrões de potabilidade estabelecidos pelas legislações nacionais, como a Portaria para Potabilidade de Água para Consumo Humano nº 888/2021 do Ministério da Saúde do Brasil (Brasil, 2021). Apesar de não serem consideradas águas potáveis para consumo humano, pois não passam pelo processo de tratamento e distribuição, as nascentes podem ser a principal fonte de abastecimento de água doce para a população de uma determinada região, sendo usadas também para outras atividades de subsistência, como a prática agropecuária.

Nascentes caracterizam-se por serem Áreas de Preservação Permanente (APPs), legalmente protegidas pela Lei Federal nº 12.651/2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, pois contribuem na preservação dos recursos hídricos, dos ecossistemas e da biodiversidade (Brasil,

2012). No entanto, a conservação da vegetação no entorno das nascentes pode ser alterada diretamente pelo uso da água por humanos e animais, diminuindo o nível de proteção da APP (Carvalho; Porto; Oliveira, 2020). A exploração descontrolada desses recursos hídricos tem refletido na diminuição da qualidade e quantidade de água, causados principalmente pelas alterações na cobertura florestal para pastagem e utilização das nascentes em atividades humanas, que afetam direta ou indiretamente o ciclo hidrológico (Pastro *et al.*, 2020; Santana *et al.*, 2016).

Desse modo, fica evidente que as práticas agrícolas, mudanças no uso da terra e poluição provocadas pelas atividades humanas, são alguns fatores que podem alterar a qualidade da água de uma nascente. Esses e outros aspectos foram observados no estudo de Souza *et al.* (2022), em três nascentes rurais do município de Baianópolis, no Oeste baiano, no qual os pontos com maiores impactos antrópicos apresentam maior redução da qualidade da água. Dentre os maiores problemas encontrados, os autores demonstram preocupação pelo não atendimento dos resultados físico-químicos e microbiológicos da água com as legislações vigentes da água para consumo humano, principalmente para presença de bactérias do grupo coliformes em todos os pontos analisados, incluindo as áreas preservadas das nascentes.

Segundo Souza *et al.* (2020), nos últimos 30 anos houve significativas transformações espaço-temporais nas formas de uso e ocupação do solo no município de Baianópolis-Bahia, caracterizado principalmente pela redução de 22% da cobertura vegetal de seu território. Esse fator gera grande preocupação pela diminuição dos recursos hídricos disponíveis no município, já que carece de abastecimento de água doce tratada para a zona rural que corresponde a cerca de 74% da população baianopolense (IBGE, 2023a). Diante do exposto, não há controle da qualidade da água que abastece a maior parte da população do município, que utiliza como principais fontes de captação e consumo de água doce os poços municipais ou privados e as nascentes (Souza *et*

al., 2022).

Os critérios de qualidade da água para a saúde humana são estabelecidos por meio da concentração de parâmetros físico-químicos e microbiológicos ou das condições em um corpo hídrico, devendo não causar efeitos adversos à saúde dos usuários (USEPA, 2023). Portanto, para garantir a segurança hídrica para o consumo humano, é crucial considerar os aspectos físico-químicos e microbiológicos da água para garantia de sua qualidade. O diagnóstico da qualidade da água fornece informações essenciais para a proteção desses recursos essenciais, contribuindo para a qualidade e segurança para o consumo humano e demais atividades, além de contribuir para a preservação da saúde pública e dos ecossistemas locais. Por isso, o objetivo desse estudo foi avaliar a qualidade da água de três nascentes da zona rural de Baianópolis-Bahia, com foco em parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

## METODOLOGIA

### Local do estudo

O município de Baianópolis está situado a cerca de 826 km da cidade de Salvador, no extremo oeste da Bahia. Sua área abrange aproximadamente 3.320,723 km<sup>2</sup> e possui uma população de 13.614 habitantes, com a maioria (cerca de 74%) residindo na zona rural (IBGE, 2023a; IBGE 2023b). O clima predominante é subúmido seco, com um regime pluviométrico dividido entre períodos chuvosos (outubro a abril) e de estiagem (maio a setembro), de acordo com a Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (Bahia, 2011). A vegetação predominante é característica do bioma Cerrado, variando entre cerradão e campos, com ocorrência de florestas de galeria nas nascentes da região. A vegetação se modifica em florestas de galeria no entorno das nascentes da região (CBPM, 2007).

Foram escolhidas 3 nascentes do município de Baianópolis, situadas na zona rural, e que possuem grande importância para cerca de 13 comunidades rurais que utilizam suas águas, principalmente para consumo diário e agropecuária familiar (Souza *et al.* 2022). As nascentes estão situadas nas comunidades de Água Boa, Bebedouro e Tabua, estando a 18 km, 16 km e 12 km distantes da sede municipal, respectivamente. As áreas estudadas tratam-se de territórios considerados “bem comum” dentro das comunidades, sendo apenas a área mais próxima

à nascente de Tabua uma propriedade privada, na qual são realizadas atividades agropecuárias pelos proprietários. As demais áreas das comunidades de Água Boa e Bebedouro tratam-se de reservas ambientais pouco acessadas pelos moradores.

Definiram-se três pontos de coleta ao todo, um em cada nascente, localizados nos trechos de mata preservada de sua respectiva comunidade. Sendo o ponto 1 (P1) referente à nascente de Água Boa, ponto 2 (P2) referente à nascente de Bebedouro e o ponto 3 (P3) referente à nascente de Tabua (Figura 1).

### Coleta de amostras de água

Para cada campanha foram coletadas amostras com cerca de 1 L de água para as análises físico-químicas, em frascos de polietileno e cerca de 150 mL de água para as análises microbiológicas, em recipientes de vidro borossilicato estéreis, específicos para cada ponto. Ao todo, foram realizadas três campanhas de coleta, administradas bimestralmente, que ocorreram nos meses de outubro e dezembro de 2023 e em fevereiro de 2024.

As amostras foram recolhidas conforme as orientações do *Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras* (Brasil, 2011), contra a correnteza e abaixo da lâmina superficial da água. Após cada coleta, as amostras foram armazenadas em uma caixa térmica refrigerada e imediatamente transportadas para o Laboratório de Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB), onde foram realizadas as análises.

### Análises físico-químicas e microbiológicas da água

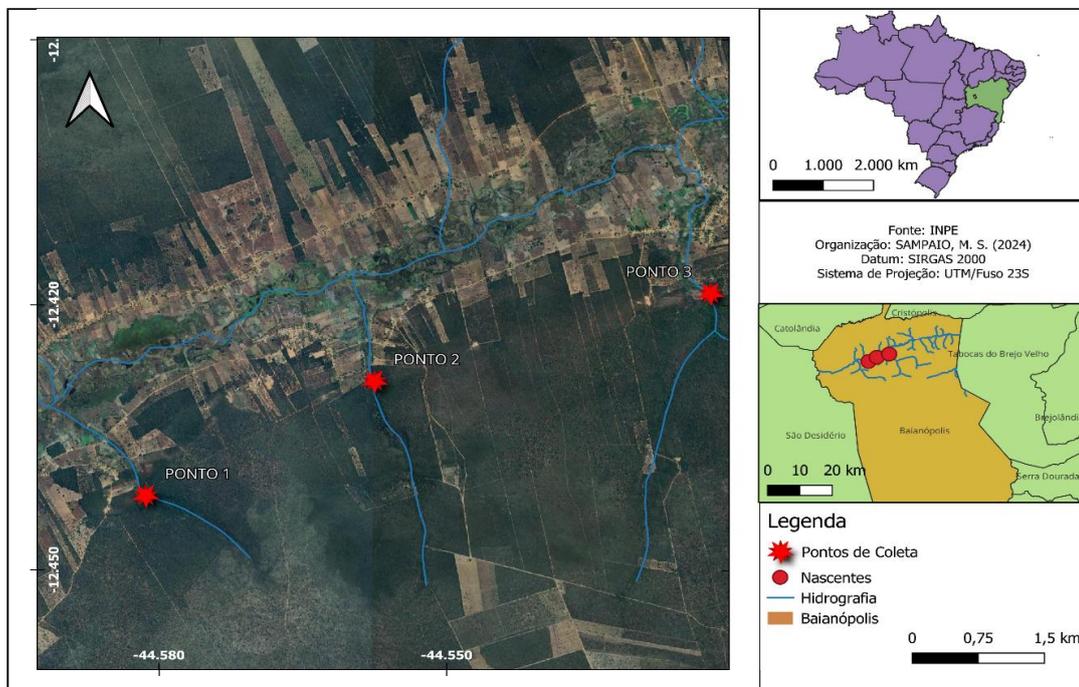
As análises de oxigênio dissolvido (OD) foram realizadas no local, no momento da coleta. As análises de cor aparente, turbidez, condutividade elétrica (CE), salinidade, alcalinidade e pH foram realizadas em laboratório, ambas seguindo os métodos descritos em *Standard Methods for the Examination of Water* (APHA, 2017).

As análises de Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes foram realizadas com base na Norma Técnica L5.202 da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB (São Paulo, 2018), sendo a densidade de bactérias do grupo Coliformes, expressa pelo Número Mais Provável (NMP) em 100 mL<sup>-1</sup>, obtida

quando comparada às tabelas disponibilizadas pelo *Manual Analítico Bacteriológico* (*Bacteriological Analytical Manual – BAM*), que são

apresentadas com limites de confiança de 95% para cada valor de NMP determinado (USA, 2023).

**Figura 1 -** Mapa de localização dos pontos de coleta de amostras de água no município de Baiãoópolis-BA



Fonte: autores (2024).

### Análise de dados com base na legislação brasileira

Os dados obtidos a partir das três campanhas de monitoramento da qualidade da água nas nascentes revelam informações sobre a condição hídrica da região, baseados na análise das variáveis físico-químicas e microbiológicas da água, e podem ser comparados aos valores máximos determinados pela legislação brasileira, para o padrão de potabilidade da água para consumo humano (Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde), e os parâmetros determinados para a classificação dos corpos d'água (Resolução CONAMA nº 357/2005).

De acordo com a classificação da bacia hidrográfica da região estudada, a Bacia do rio Grande, e considerando as características hidroambientais da área, os corpos d'água analisados são de Água doce - Classe II segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005, devendo atender aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos específicos para então serem destinados ao abastecimento para consumo humano (após tratamento convencional), à

proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas e à aquicultura e à atividade de pesca (Brasil, 2005).

Destaca-se que a água analisada se trata de água natural, sem tratamento. No entanto, tal comparação dos resultados obtidos com os valores máximos estabelecidos nas legislações, principalmente pela Portaria nº 888 (Brasil, 2021), torna-se importante devido ao consumo direto e sem tratamento da água oriunda das nascentes pelas famílias localizadas nas proximidades da área de estudo. A coleta de água para consumo humano, bem como as demais atividades agropecuárias, é realizada nos riachos formados a jusante das nascentes, tanto pela população das referidas comunidades como das comunidades vizinhas. Por isso, avaliar a qualidade da água próxima ao afloramento, pode trazer informações e auxiliar no diagnóstico dos problemas ambientais que possam interferir na segurança da água utilizada para as atividades de subsistência na região.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Parâmetros físico-químicos da água

A análise dos parâmetros físico-químicos de qualidade da água em relação ao padrão de potabilidade brasileiro (Brasil, 2021) revela que, em algumas campanhas os valores de pH, em sua maioria, apresentam-se abaixo do indicado (entre 6,0 e 9,0). Há destaque para o ponto 1, da comunidade de Água Boa, onde o parâmetro de pH mostrou-se ligeiramente ácido em todas as campanhas realizadas (Figura 2a), possivelmente por influência do solo acidificado típico do bioma Cerrado. No entanto, o pH baixo é considerado normal para ambientes naturais, apresentando valores entre 4 e 9 (Agrizzi *et al.*, 2018), e que pode ser influenciado pela maior quantidade de matéria orgânica em decomposição existente nesses locais, ocasionando maior presença de ácidos húmicos. O pH baixo pode prejudicar a vida aquática causando efeitos sobre a fisiologia das espécies (São Paulo, 2020).

É possível observar que os valores de pH se apresentaram mais baixos na segunda coleta (início do período chuvoso) em todas as três nascentes. Em semelhança, os valores de pH ligeiramente ácidos encontrados no estudo de Cruz *et al.* (2023), em nascentes da Amazônia Ocidental, foram associados ao período chuvoso, no qual há o aceleração da decomposição de matéria orgânica devido ao aumento da umidade. Apesar disso, os autores consideram seus resultados em conformidade com a Resolução CONAMA n° 357 (Brasil, 2005) por estarem próximos ao indicado (pH entre 6 e 9) pela legislação. Desse modo, o pH da água das nascentes estudadas em Baianópolis pode ser considerado normal para ambientes naturais.

Os dados obtidos de cor aparente (Figura 2b) encontrados no ponto 1, especificamente na terceira coleta (90,05), excedem o valor máximo de 75 uC estabelecido pela Resolução CONAMA 357 (Brasil, 2005), sendo considerada a possível contaminação por ferro-bactérias observada no estudo de Souza *et al.* (2022) no mesmo ponto de coleta. Essa alteração foi identificada principalmente após o início do período chuvoso, a partir de dezembro de 2023, ressaltando uma coloração avermelhada na água, juntamente com um odor e sabor de ferrugem. Foi observado que houve um aumento significativo na vegetação nativa ao redor dos córregos, o que também pode alterar a coloração da água pela maior quantidade de matéria orgânica em decomposição. Vale

ressaltar que a coloração, o odor e o gosto de ferrugem foram os principais motivos de reclamação da população local que necessita da fonte para seu abastecimento, por meio de bombeamento da água do córrego a jusante da nascente.

O maior valor de turbidez também foi observado no ponto 1, na nascente de Água Boa (13,5 UNT), constatado na terceira coleta e que pode estar relacionado à maior quantidade de matéria orgânica em decomposição, aumentando significativamente a quantidade de sólidos em suspensão na água (Figura 2c). Além de apresentar-se acima do indicado pela legislação ( $\leq 5,0$  UNT, conforme a Portaria n° 888/2021), o aspecto da água do ponto 1, durante a terceira coleta realizada em fevereiro de 2024, apresentou característica oleosa e mais pigmentado em comparação às coletas anteriores (Figura 3c). De acordo com o Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – INEMA (Bahia, 2017), a turbidez é causada pela dispersão dos raios luminosos pela presença de partículas em suspensão, como óleo emulsificado, fragmentos de rochas e demais partículas finamente divididas, entre outros. Valores de cor e turbidez acima do máximo permitido para consumo humano, encontrados no estudo de Fioravanti *et al.* (2020), foram associados com a presença de matéria orgânica e de metais como o ferro (Fe), que podem favorecer o aparecimento de ferro-bactérias na água.

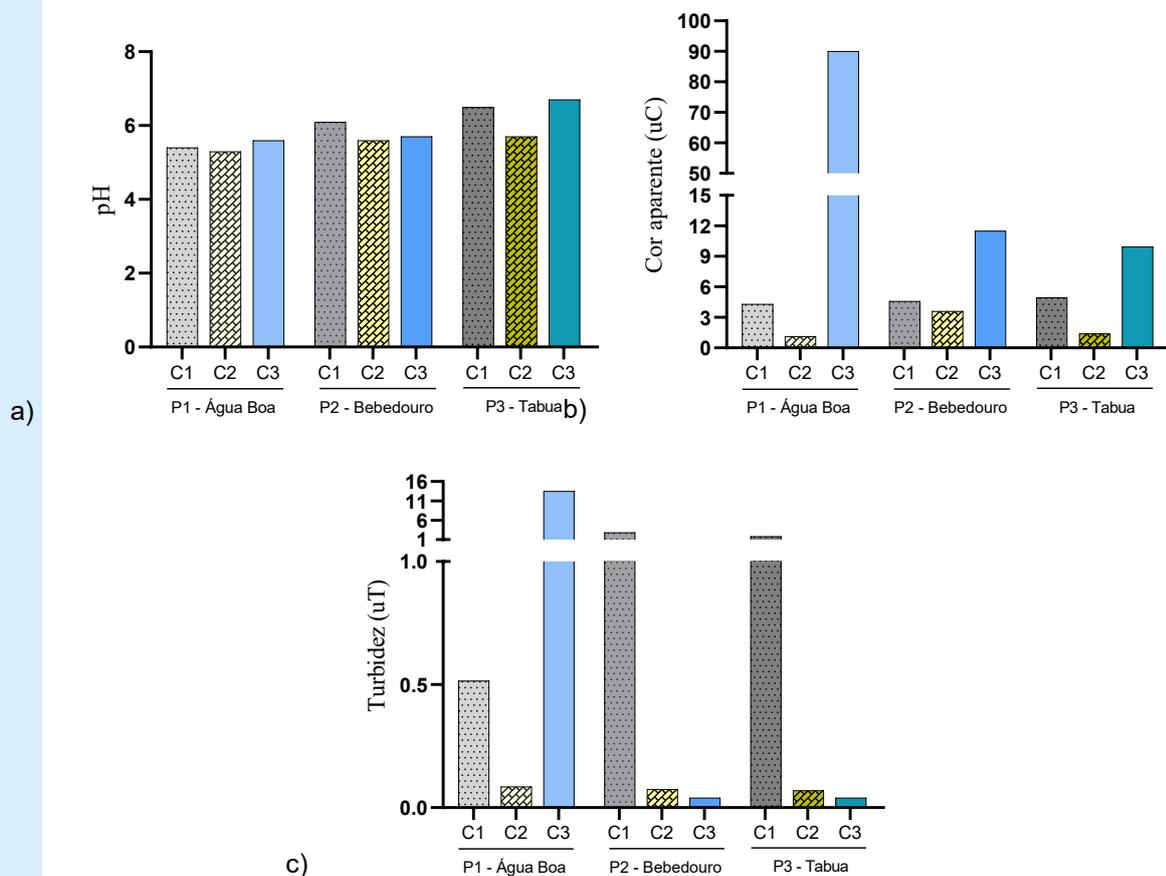
Segundo constatado no estudo de Nascimento *et al.* (2019), em duas nascentes do Povoado Baixa da Areia – Alagoas, os baixos valores de turbidez encontrados podem estar associados ao ambiente mais lântico da nascente, onde a água apresenta-se parada ou com pouco movimento. No entanto, no presente estudo, o maior valor de turbidez foi encontrado no ponto menos corrente entre os três avaliados, podendo estar relacionado com a maior carreamento de sedimentos e matéria orgânica para a nascente após o início do período chuvosos na região (dezembro 2023/janeiro 2024). Além disso, o aspecto oleoso da água, observado na terceira coleta, juntamente com uma maior quantidade de precipitados de cor laranja-avermelhado na água, podem estar associados às atividades de bactérias redutoras de ferro.

A nascente de Água Boa apresenta a vazão mais baixa dentre as três fontes estudadas, sendo o seu leito bastante estagnado, apresentando grande quantidade de matéria orgânica oriunda

das árvores frutíferas (buriti e banana) próximas ao local. Os ambientes mais lânticos tendem a apresentar níveis menores de oxigênio dissolvido, visto que a taxa de reintrodução de OD em águas naturais depende das características hidráulicas e é proporcional à velocidade (São Paulo, 2017). Essa condição justifica os níveis mais baixos de oxigênio dissolvido (OD) em todos os pontos analisados, uma vez que os ambientes de nascente apresentaram características mais lânticas. Além disso, o crescimento da vegetação nativa observada após o início da estação

chuvosa, pode estar associado à maior estagnação da água nos pontos de coleta. Essa observação pode explicar os valores de OD (Figura 4a) e pH abaixo dos limites estabelecidos pelas legislações, principalmente no ponto 1, mas também observados nos pontos localizados nas nascentes de Bebedouro (P2) e Tabua (P3). Portanto, o parâmetro de OD apresentou-se abaixo do valor estabelecido pela Resolução CONAMA 357 (Brasil, 2005) para águas doces (Classe II), que deve ser de  $>5$  mg/L.

**Figura 2 - Resultados de pH (a), Cor Aparente (b) e Turbidez (c) nas três campanhas realizadas**



Fonte: autores (2024).

Os valores mais elevados de CE (Figura 4b) foram observados na nascente de Tabua (P3) e podem ser associados à maior salinidade presente na água dessa comunidade, já que existe uma forte correlação entre os dois parâmetros. Segundo Brito *et al.* (2024), a CE da água é intimamente relacionada ao teor de sais dissolvidos numa amostra. Apesar de não haver valor máximo indicado para esse parâmetro (Portaria n° 888/2021 e Resolução CONAMA

357/2005 – Água doce classe II), alguns estudos assinalam que níveis superiores a  $100 \mu\text{S}/\text{cm}$  indicam ambientes impactados (São Paulo, 2020). O valor da condutividade elétrica das amostras analisadas, nas três nascentes, varia de  $111,8 \mu\text{S}/\text{cm}$  (Ponto 1) a  $364,2 \mu\text{S}/\text{cm}$  (Ponto 3). O ponto de coleta localizado na nascente de Tabua tem influência de atividades agropecuárias realizadas em suas proximidades, que acarreta a geração de impactos ambientais na área e pode estar

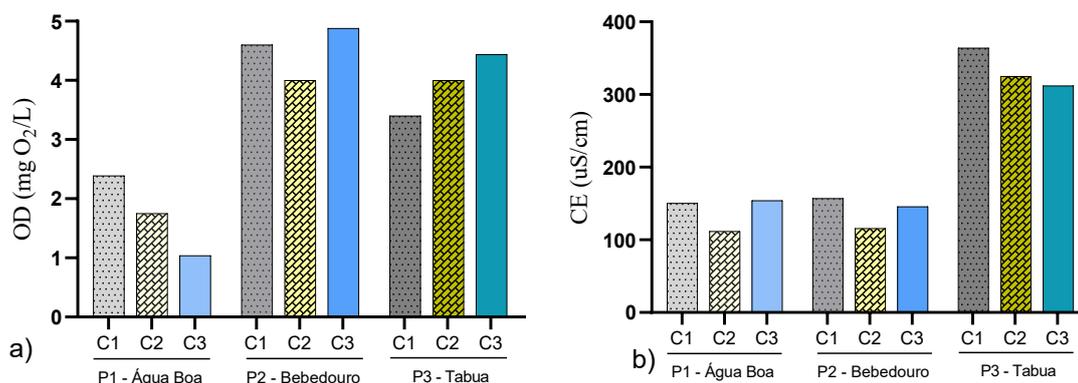
associado aos maiores valores obtidos no parâmetro de CE.

**Figura 3** - Aspectos da água no ponto 1, nascente de Água Boa, em outubro (a) e dezembro (b) de 2023 e em fevereiro de 2024 (c)



Fonte: autores (2024).

**Figura 4** - Valores de Oxigênio Dissolvido – OD (a) Condutividade Elétrica – CE (b) obtidos durante as três campanhas realizadas



Fonte: autores (2024).

Percebe-se que os maiores valores obtidos de CE foram encontrados principalmente na primeira coleta (outubro de 2023) para as três nascentes, no final do período de estiagem na região, na qual ainda não havia tido ocorrência de precipitações pluviométricas significativas. Segundo Cruz *et al.* (2023), o parâmetro da condutividade elétrica pode apresentar-se mais elevado em períodos de estiagem por influência da maior concentração de sais dissolvidos na água, ocasionando uma concentração na solução. Além disso, os autores relacionam o aumento da CE com a maior quantidade de matéria orgânica em decomposição no corpo d'água. Esse fato explica a diminuição dos valores obtidos para o parâmetro após o início do período chuvoso, observado

principalmente na segunda coleta (dezembro de 2023) e seu leve aumento após as fortes chuvas ocorridas em janeiro de 2024 (anterior à terceira coleta). Esse comportamento foi observado principalmente nas nascentes de Água Boa (P1) e Bebedouro (P2), que apresentam uma vazão hídrica menor que a nascente de Tabua.

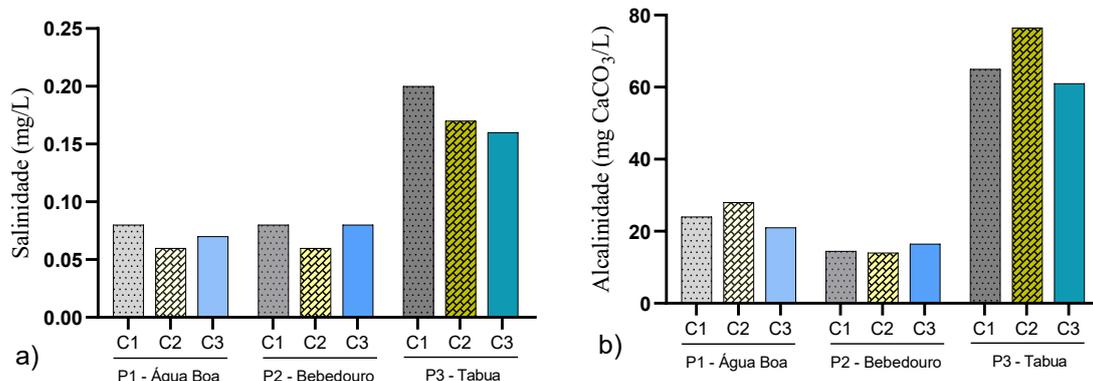
Os valores elevados de alcalinidade, observados na nascente de Tabua (P3), destacam-se das demais nascentes de Água Boa e Bebedouro (Figura 5). Esses parâmetros, juntamente com a CE, estão diretamente associados e indicam que a água da nascente de Tabua apresenta maior concentração de sais, carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos que as demais fontes. Segundo Oliveira Júnior *et al.*

(2021), a CE é a variável mais utilizada para avaliar os níveis de salinidade e as concentrações de sais solúveis em águas, principalmente para atividades relacionadas à irrigação. Vale lembrar que nas três comunidades estudadas há uso intenso da água oriunda das nascentes para cultivo de feijão, mandioca, hortaliças, banana e outros alimentos que são consumidos pelas famílias presentes nas áreas. Por isso, estudar as características da água que possam influenciar na produção agrícola de subsistência realizadas nessas comunidades é de extrema importância para garantir a qualidade de vida desses moradores.

Os resultados mostram que a água da nascente de Tabua (P3) apresenta um nível de salinidade entre 0,16 mg/L e 0,2 mg/L, quase o dobro da quantidade obtida nas demais fontes. No

entanto, a água de Tabua ainda é considerada doce pela Resolução CONAMA nº 357 (Brasil, 2005). Destaca-se que a população que consome a água da nascente Tabua (P3) relata uma diferença nas características organolépticas ao consumir a água, em comparação com as demais nascentes estudadas. Embora apresentem-se muito próximas (num raio de menos de menos de 10 km de distância), diversos fatores podem influenciar essa diferença hídrica entre as fontes de Tabua e as demais comunidades de Bebedouro e Água Boa. Características da geologia local e por, possivelmente, Tabua receber contribuições de aquíferos calcários ou cristalinos próximos à sua área, aumentando seu nível de salinidade (Figueiredo *et al.*, 2016).

**Figura 5 -** Valores de Salinidade (a) e Alcalinidade (b) obtidos durante as três campanhas realizadas



Fonte: autores (2024).

Segundo Brito *et al.* (2024), águas doces possuem níveis de alcalinidade entre 20 mg/L<sup>-1</sup> e 200 mg/L<sup>-1</sup>, sendo um parâmetro proporcional à estabilidade do pH, que juntos mantêm os processos de respiração dos microrganismos e a decomposição de matéria orgânica. De acordo aos dados obtidos neste estudo, a água da nascente de Tabua apresenta uma característica mais alcalina que as demais fontes de Água Boa e Bebedouro, apresentando valores de alcalinidade superiores a 61 mg CaCO<sub>3</sub>/L. Apesar do parâmetro de alcalinidade não influenciar diretamente a segurança hídrica para consumo humano, pode causar uma maior rejeição ao consumo pelos moradores por promover alterações ao paladar (Silva; Valentini, 2021).

### Parâmetros microbiológicos da água

Por meio das análises microbiológicas realizadas nas amostras foi possível observar

elevada concentração de bactérias tipo coliformes (Figura 6a e 6b). Evidencia-se, que esses resultados indicam potencial contaminação da água, já que todos os pontos monitorados apresentaram a presença de coliformes totais e coliformes termotolerantes. A Resolução CONAMA nº 357 (Brasil, 2005), para água doce classe II, e a Portaria nº 888 (Brasil, 2021), indicam que água destinada para consumo humano deve ter ausência de coliformes totais e termotolerantes, não excedendo o valor de 200 NMP/100mL de coliformes termotolerantes para os demais usos da água. Assim, de acordo com Pasa (2020), a água das nascentes apresenta-se inadequada para o consumo e seu uso só deve ser realizado após tratamento prévio.

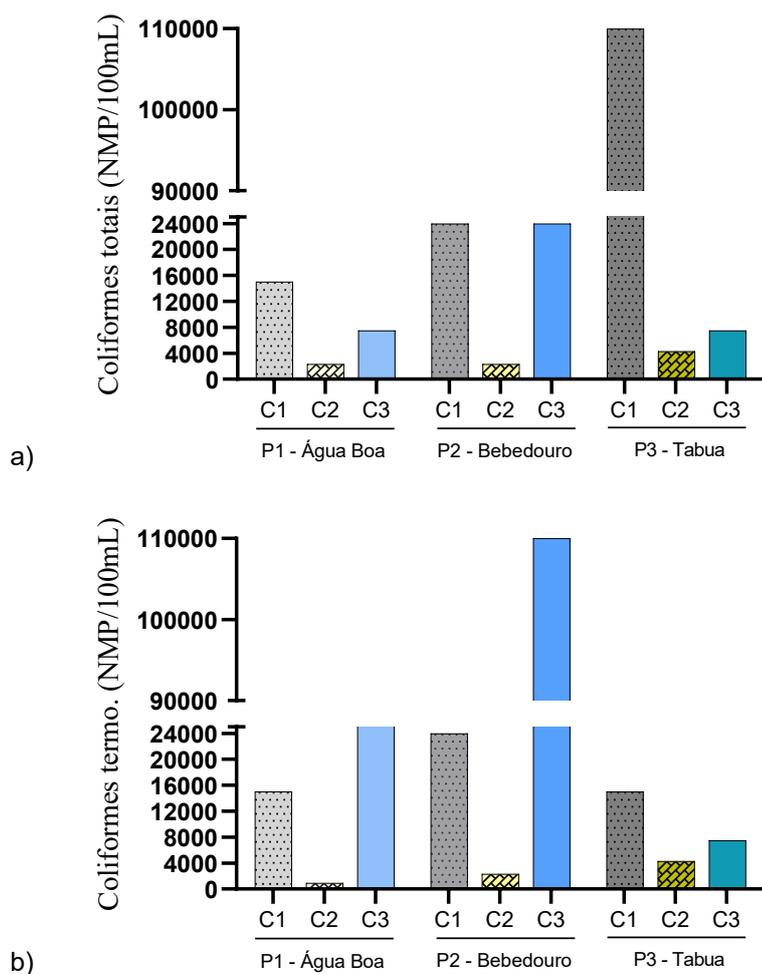
As bactérias do grupo coliformes são utilizadas como indicadores de qualidade da água por apontarem possível contaminação por outros microrganismos patogênicos que podem causar

doenças. Especificadamente, os coliformes termotolerantes são de origem majoritariamente fecal, sendo capazes de fermentar a lactose em altas temperaturas (44-45 °C) e representadas principalmente pela bactéria *Escherichia coli* (Sousa *et al.*, 2021). Diversos fatores podem contribuir para a contaminação da água por coliformes em nascentes, como a falta de proteção adequada em seu afloramento e suas imediações, além da proximidade com residências e atividades antrópicas, favorecendo sua degradação (Nascimento, *et al.*, 2020; Fonseca; Gontijo, 2021).

Apesar das comunidades utilizarem outros pontos a jusante das nascentes, para coleta de água para consumo, as elevadas concentrações de coliformes observadas ainda nas áreas de nascente indicam que a água pode estar ainda mais contaminada em pontos com maior número

de atividades antrópicas. A coleta de água para consumo humano é realizada pelos moradores nos riachos mais próximos às comunidades, localizados próximos às estradas vicinais, onde são realizadas atividades de agricultura de subsistência e criação de animais que acessam os córregos para sua dessedentação. Portanto, o presente estudo demonstra uma preocupação com a qualidade da água que é consumida pelos moradores, indicando a importância da continuidade dos estudos em diferentes pontos dos riachos formados pelas nascentes analisadas. Segundo Andrade e Pinto (2017), os pontos de coleta onde a ação antrópica é frequente, a água pode apresentar alterações nos valores de coliformes e conseqüentemente acarretar em problemas de saúde para a população consumidora.

**Figura 6 - Número Mais Provável – NMP/100mL de Coliformes Totais (a) e Coliformes Termotolerantes (b) em cada ponto de coleta, durante as três campanhas realizadas**



Fonte: autores, 2024.

No estudo desenvolvido por Souza *et al.*, (2022) nas mesmas nascentes analisadas, os autores observaram menor concentração de coliformes totais e termotolerantes quando comparados a esse trabalho. Essas elevadas concentrações de coliformes totais e termotolerantes no atual estudo podem ser decorrentes de novos impactos ambientais causados nas proximidades das nascentes. Resultados obtidos no estudo de nascentes da área de preservação ambiental do Maracanã, em São Luís – Maranhão, demonstraram um aumento microbiológico no corpo d'água que torna seu uso para consumo humano desfavorável, ligado principalmente às ações antrópicas realizadas na área (Hora *et al.*, 2023).

Das três campanhas de coletas realizadas, houve destaque no NMP de coliformes totais na primeira coleta do ponto 3 (nascente de Tabua) e de coliformes termotolerantes na terceira coleta do ponto 2 (nascente de Bebedouro), ambos contabilizando 110000 NPM/100mL (Figura 6). Esses números elevados de coliformes (totais e termotolerantes) na primeira e terceira coleta podem estar associados a diversos fatores ambientais e interferências antrópicas nas áreas, como o fato de haver presença de animais com acesso direto ao ponto 3. A influência do início do período chuvoso que antecedeu a terceira coleta, pode ter provocado o carreamento de fezes de animais silvestres e domesticados presentes na região para as nascentes analisadas.

Resultados similares foram encontrados no estudo de Fonseca e Gontijo (2021) em nascentes da área urbana de Santo Antônio do Monte – MG, onde os autores encontraram a presença de coliformes totais e termotolerantes em todas as nascentes estudadas, relacionando os resultados com a degradação causada pelas ações antrópicas. Outro fato importante levantado pelos autores é o uso de uma das nascentes contaminadas para consumo da água sem tratamento pelos moradores do entorno, que acreditam ter uma água segura. Do mesmo modo, as nascentes da zona rural de Baianópolis são consideradas livres de contaminação pelos moradores locais de Água Boa, Bebedouro, Tabua e demais vizinhanças, devendo ser um ponto de preocupação do poder público para busca de metodologias de tratamento que garantam a saúde e qualidade de vida da população local.

A nascente localizada em área de floresta nativa estudada por Jung *et al.* (2024), na Bacia hidrográfica do rio Ijuí - Rio Grande do Sul, apesar

de apresentar um bom estado de conservação em sua área, o uso da água aflorada foi considerado não apto para consumo humano pela presença de coliformes termotolerantes. Os autores indicam que há necessidade da implantação de um sistema de tratamento para garantir o consumo seguro da água, além de melhorias no sistema de drenagem e a adoção de práticas que permitam a manutenção e limpeza periódicos da nascente. Silva (2018) sugere o desenvolvimento de ações educativas para saúde ambiental buscando estimular a reflexão sobre os impactos negativos ocasionados ao meio ambiente.

O consumo de água contaminada pode ter consequências graves, especialmente para crianças, idosos e pessoas com saúde vulnerável. Por isso, a manutenção da qualidade da água de nascentes utilizadas para consumo por população rural é essencial. Para além dos motivos relacionados à saúde pública, destacam-se também à sustentabilidade ambiental e à manutenção do ecossistema local. Desse modo, é visível a necessidade de ações do poder público em busca de soluções para a preservação de nascentes e ao abastecimento de água potável para a população rural de Baianópolis-Bahia. Destaca-se que o acesso à água potável é um direito humano, reconhecido pela ONU (2010) como “condição para o gozo pleno da vida e dos demais direitos humanos” (Resolução 64/A/RES/64/292 de 2010). Além disso, em muitas comunidades rurais as nascentes são vistas como um patrimônio cultural e simbólico. A manutenção da água de boa qualidade fortalece a identidade local, promove a coesão social e pode atrair iniciativas comunitárias para preservação ambiental.

Garantir a qualidade da água das nascentes é um esforço que envolve saúde, educação, preservação ambiental e bem-estar comunitário. Esses fatores, quando aliados, garantem que a água continue sendo uma fonte segura e sustentável para as gerações futuras. Para isso, é preciso que os próprios consumidores/residentes rurais, participem das ações que possam garantir a preservação da qualidade hidroambiental dessas nascentes. Segundo observado no estudo de Barros, Chaves e Pereira (2017), o envolvimento da população no processo de recuperação das nascentes do Assentamento Rural Eldorados dos Carajás – Pará, além de oferecer suporte às atividades realizadas pelos produtores rurais e seus familiares, também provocou mudanças da compreensão ambiental destes. Os autores

concluíram que a Educação Ambiental provocada por meio da informação, da reflexão e do diálogo entre os usuários da água intensificou os resultados obtidos por meio da recuperação ambiental.

### CONCLUSÃO

Existem evidências de potenciais problemas de contaminação e degradação ambiental nos pontos estudados, como indicado pelos valores fora dos padrões estabelecidos pela legislação em relação à cor aparente, turbidez, oxigênio dissolvido e pH, em pelo menos uma das coletas realizadas. A análise dos valores de oxigênio dissolvido e pH ácido indicam a presença significativa de matéria orgânica, particularmente após o início do período chuvoso na região.

A presença de valores elevados de cor aparente e turbidez no ponto 1 (nascente de Água Boa), especialmente após períodos de chuva, sugere a influência do transporte de solo e maior concentração de matéria orgânica em decomposição, aumentando os níveis de sólidos suspensos na água. Esse fato reforça a necessidade de tratamento da água antes da distribuição à população local. A observação de uma coloração avermelhada na água, juntamente com odor e sabor de ferrugem na nascente de Água Boa, ressalta a importância de medidas corretivas, especialmente considerando que a nascente estudada é a principal fonte de abastecimento para a comunidade.

A nascente localizada na comunidade de Tabua possui características diferentes das demais fontes, apresentando valores mais elevados de CE, salinidade e alcalinidade. Apesar de apresentar maior concentração de sais que as demais nascentes estudadas, a água da comunidade de Tabua ainda é considerada doce pela Resolução CONAMA nº 357/2005, não apresentando influência desses parâmetros na sua segurança hídrica para consumo humano.

Todos os três pontos analisados apresentam concentrações elevadas de bactérias do grupo coliformes (principalmente termotolerantes) e apresentam possíveis riscos à saúde dos consumidores. Destaca-se a importância do envolvimento e ações imediatas do poder público para implementação de metodologias para o tratamento simples, eficaz e acessível aos consumidores das águas das nascentes de Água Boa, Bebedouro e Tabua, no município de Baianópolis-Bahia. Além disso, há uma necessidade de criação de programas de

educação ambiental com envolvimento dos moradores das comunidades e demais usuários das águas, a fim de promover a preservação ambiental das nascentes e assegurar a saúde da população local.

### AGRADECIMENTOS:

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código de Financiamento 001, pela bolsa de pesquisa. Ao Grupo de Estudos em Tratamento de Resíduos e Águas – GETAR/UFOB pelo apoio no desenvolvimento da pesquisa.

### REFERÊNCIAS

AGRIZZI, D. V.; CECÍLIO, R. A.; ZANETTI, S. S.; GARCIA, G. de O.; AMARAL, A. A. do; FIRMINO, E. F. A.; E MENDES, N. G. de S. Qualidade da água de nascentes do Assentamento Paraíso. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v.23, n. 3, p. 557- 568, mai./jun. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522018150701>. Acesso em: nov. de 2024.

BRASIL. Agência Nacional de Água. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Guia nacional de coleta de preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidas**. Brasília, DF: ANA; São Paulo: CETESB, 2011. 327p. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2021/10/Guia-nacional-de-coleta-e-preservacao-de-amostras-2012.pdf>. Acesso em: out. de 2024.

ANDRADE, M. I.; PINTO, L. V. A. Influência das ações antrópicas na qualidade da água. *In*: JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO IFSULDEMINAS, 9, 2017, Machado – MG. **Anais** [...]. Machado: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Machado, 2017. Disponível em: <https://memoriajornada.ifsuldeminas.edu.br/index.php/jcmch4/jcmch4/paper/viewFile/3000/2645>. Acesso em: out. de 2024.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 23. ed. New York: APHA, AWWA, WPCR, 2017. Disponível em: <https://www.standardmethods.org/doi/book/10.2105/SMWW.2882>. Acesso em: nov. de 2024.

BAHIA. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Perfil socioeconômico do município de Baianópolis**. Salvador: Secretaria de Planejamento, 2011, 5 p. Disponível em: <https://sei.ba.gov.br/>.

BARROS, A. M.; CHAVES, C. O.; PEREIRA, G. M. Recuperação de nascentes: formação de multiplicadores ambientais em área degradada de Assentamento rural, Eldorados dos Carajás, Pará. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.12, n. 4, p. 814-819, 2017. DOI: 10.18378/rvads.v12i4.4167. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/323693856\\_Recuperacao\\_de\\_nascentes\\_Formacao\\_de\\_multiplicadores\\_ambientais\\_em\\_area\\_degradada\\_de\\_Assentamento\\_rural\\_Eldorados\\_dos\\_Carajas\\_Para](https://www.researchgate.net/publication/323693856_Recuperacao_de_nascentes_Formacao_de_multiplicadores_ambientais_em_area_degradada_de_Assentamento_rural_Eldorados_dos_Carajas_Para). Acesso em: out. de 2024.

BERNADINO, K. R.; COSTA, D. de A.; OLIVEIRA, V. de P. S. de. O desafio do saneamento em comunidades rurais e a importância do monitoramento da qualidade da água. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, [S. l.], v. 14, n. 2, p. 255–273, jul./dez. 2020. Disponível em: <https://editoraessentia.iff.edu.br/index.php/boletim/article/view/15422/13086>. Acesso em: out. de 2024.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Presidência da República, 25 de maio de 2012. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm). Acesso em: out. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS Nº 888 de 4 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 85, p. 127-234, 07 de mai. 2021. Seção 1. Disponível em: [https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562](https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm-ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562). Acesso em: abr. de 2024.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 18 de março de 2005. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNrma=2747>. Acesso em: abr. de 2024.

BRITO, L. M.; SANTOS, E. C. L.; SILVA, A. L. S.; LÓPEZ, A. M. Q.; SILVA, A. C. C.; MELO, J. G. Qualidade físico-química e microbiológica da água de nascentes da Bacia Hidrográfica do rio Coruripe, Alagoas-Brasil. **Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente**, v.9, n.3, 15 p., 2024. DOI: 10.17564/2316-3798.2024v9n3p53-67. Acesso em: nov. de 2024.

CARVALHO, C. G. S.; PORTO, R. A.; OLIVEIRA, U. R. Avaliação Macroscópica de Impactos Ambientais em Nascentes do Rio de Ondas no Oeste da Bahia. **Geociências**, v. 39, n. 3, p. 831 - 845, 2020. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/350831500\\_AVALIACAO\\_MACROSCOPICA\\_DE\\_IMPACTOS\\_AMBIENTAIS\\_EM\\_NASCENTES\\_DO\\_RIO\\_DE\\_ONDAS\\_NO\\_OESTE\\_DA\\_BAHIA](https://www.researchgate.net/publication/350831500_AVALIACAO_MACROSCOPICA_DE_IMPACTOS_AMBIENTAIS_EM_NASCENTES_DO_RIO_DE_ONDAS_NO_OESTE_DA_BAHIA). Acesso em: out. de 2024.

COMPANHIA BAIANA DE PESQUISA MINERAL. **Meio Ambiente na Bahia**. Salvador: CBPM, 2007. Disponível em: <https://www.cbpm.ba.gov.br/acervo-tecnico-cientifico/publicacoes/>.

CRUZ, V. C.; SILVA, R. S.; MARIANO, D. C.; EBLING, A. A.; OLIVEIRA NETO, C. F.; OKUMURA, R. S. Diagnóstico e caracterização das nascentes de curso d'água na Amazônia Oriental. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA**, Ariquemes, v. 14, n. 2, p. 210-226, ago. 2023. DOI: <https://doi.org/10.31072/rcf.v14i2.1289>.

FIGUEIREDO, J. A.; COSTA, E.; MILÁN, E.; BARROSO, G. F.; RODRIGUES NETO, R. Nutrientes limitantes e as relações orgânicas e inorgânicas entre o fósforo, nitrogênio e silício no sistema pelágico da BES e PNBC. **Geochimica**

**Brasiliensis**, [S. l.], v. 30, n. 2, p. 95, 2016. DOI: 10.21715/GB2358-2812.2016302095. Disponível em:

<https://www.geobrasiliensis.org.br/geobrasiliensis/article/view/454>. Acesso em: nov. 2024.

FIORAVANTI, M. I. A.; PEREIRA, P. H. L.; MARCIANO, M. A. M.; SANCHES, V. L.; FERREIRA, C. O. F. e MAZON, E. M. A. Monitoramento e avaliação da qualidade da água de solução alternativa coletiva de abastecimento de escolas públicas do município de Itatiba, SP. **Vigilância Sanitária em Debate**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 2, p. 122–133, 2020. DOI: 10.22239/2317-269X.01460. Disponível em: <https://visaemdebate.incqs.fiocruz.br/index.php/visaemdebate/article/view/1460>. Acesso em: nov. de 2024.

FONSECA, A. R.; GONTIJO, R. A. N. Impactos ambientais macroscópicos e qualidade microbiológica das águas em nascentes da área urbana de Santo Antônio do Monte – MG. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, Curitiba, v. 10, n. 20, p. 87-101, 2021. Disponível em: <https://www.revistasuninter.com/revistameioambiente/index.php/meioAmbiente/article/view/966>. Acesso em: out. de 2024.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (Brasil). **Programa Nacional de Saneamento Rural**. Brasília: Funasa, 2019c. 260 p. Disponível em: [http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38564/MNL\\_PNSR\\_2019.pdf/08d94216-fb09-468e-ac98-afb4ed0483eb](http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38564/MNL_PNSR_2019.pdf/08d94216-fb09-468e-ac98-afb4ed0483eb). Acesso em: nov. 2024.

HORA, S. R. G.; FERRAZ, A. C. A.; FREATO, A. H. C.; TORRES, L. E. P. G. S.; JESUS, R. S. de; RODRIGUES, E. H. C.; SILVA, M. R. C. Diagnóstico dos impactos da qualidade das nascentes da APA do Maracanã. **Revista Interfaces: Saúde, Humanas e Tecnologia**, [S. l.], v. 11, n. 3, p. 2984–2995, 2023. DOI: 10.16891/2317-434X.v11.e3.a2023.pp2984-2995. Disponível em: <https://interfaces.unileao.edu.br/index.php/revista-interfaces/article/view/1346>. Acesso em: set. de 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2020). **População no último censo [2022] /Baianópolis – Bahia, Brasil**. IBGE Cidades. Rio de Janeiro: IBGE, 2023a. Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/baianopolis/p-anorama>. Acesso em: abr. de 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas de saneamento: abastecimento de água e esgotamento sanitário**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: [https://www.ibge.gov.br/apps/atlas\\_saneamento/#/home/](https://www.ibge.gov.br/apps/atlas_saneamento/#/home/). Acesso em: nov. de 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Território/Baianópolis – Bahia, Brasil**. IBGE Cidades. Rio de Janeiro: IBGE, 2023b. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/baianopolis/p-anorama>. Acesso em: abr. de 2024.

JUNG, M. S.; SILVA, J. A. G. da; FACHINETTO, J. M.; BIANCHI, V.; COLET, C. de F.; ROSA, J. A. da; COSTA, R. S.; DIEI, P. Water quality and surroundings for systemic management of springs in rural areas. **Revista de Gestão e Secretariado**, [S. l.], v. 15, n. 6, p. e3923, 2024. DOI: 10.7769/gesec.v15i6.3923. Disponível em: <https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/3923>. Acesso em: jul. de 2024.

NASCIMENTO, A. M. A.; SANTOS, A.; ALVES, G. N. E MEDEIROS, P. R. P. Limnologia aplicada à análise de água em duas nascentes do Povoado Baixa da Areia, Alagoas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.12, n. 2, p. 574-591, mai. 2019. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/334063108\\_Limnologia\\_aplicada\\_a\\_analise\\_de\\_agua\\_em\\_duas\\_nascentes\\_do\\_Povoado\\_Baixa\\_da\\_Areia\\_Alagoas](https://www.researchgate.net/publication/334063108_Limnologia_aplicada_a_analise_de_agua_em_duas_nascentes_do_Povoado_Baixa_da_Areia_Alagoas). Acesso em: ago. de 2024

NASCIMENTO, M. P.; RODRIGUES, E. P.; SILVEIRA, P. T. S.; CAFIEIRO, C. S. P.; SOUZA, P. F. N.; COSTA, E. N. Análise microbiológica de água de nascente e propriedades rurais do distrito de Mutãs, Guanambi-BA. **Global Science and Technology**, v.13, n.3, p. 12-18, 2020.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. F. D.; LEMOS FILHO, L. C. D. A.; BATISTA, R. O.; FERREIRA, L. L. N.; COSTA, L. R. D.; CAMINHA, M. P. Multivariate statistics applied to irrigation water quality data of a watershed in the semiarid region of Brazil. **Revista Caatinga**, v. 34, n. 3, p. 650–658, jul. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252021v34n317rc>. Disponível em:

<https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/9440/10707>. Acesso em: set. de 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Resolution adopted by the General Assembly - A/RES/64/292 the human right to water and sanitation on 28 July 2010**. Disponível em: <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n09/479/35/pdf/n0947935.pdf>. Acesso em: nov. de 2024.

PASA, A. P. **Avaliação Microbiológica da Água da Nascente de uma Propriedade Rural no Município de Francisco Beltrão – PR**. 2020. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2020. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/24611>. Acesso em: nov. de 2024.

PASTRO, M. S., CECÍLIO, R. A., ZANETTE S. S., OLIVEIRA, F. R.; FERRAZ, F. T. Estatística multivariada aplicada à análise de qualidade da água em diferentes ambientes de microbacias hidrográficas. **Nativa**, Sinop, v. 8, n. 2, p. 185-191, mar./abr. 2020. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/8047/6919>. Acesso em: ago. de 2024.

SANTANA, N. R. F.; AGUIAR NETO, A. O.; SILVA, M. G.; GARCIA, C. A. B. Índice de qualidade da água nas nascentes do rio Piauitinga-SE por análise multivariada e o uso na irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 10, n. 6, p. 999–1010, 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/314249528\\_INDICE\\_DE\\_QUALIDADE\\_DA\\_AGUA\\_NAS\\_NASCENTES\\_DO\\_RIO\\_PIAUITINGA-SE\\_POR\\_ANALISE\\_MULTIVARIADA\\_E\\_O\\_USO\\_NA\\_IRRIGACAO](https://www.researchgate.net/publication/314249528_INDICE_DE_QUALIDADE_DA_AGUA_NAS_NASCENTES_DO_RIO_PIAUITINGA-SE_POR_ANALISE_MULTIVARIADA_E_O_USO_NA_IRRIGACAO). Acesso em: ago. de 2024.

SÃO PAULO. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. 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, 2020, 57 p. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguasinteriores/wp-content/uploads/sites/12/2021/09/Apendice-C-Significado-ambiental-e-sanitario-das-variaveis-de-qualidade-das-aguas-e-dos-sedimentos->

[metodologias-analiticas-e-de-amostragem.pdf](#). Acesso em: jul. de 2024.

SÃO PAULO. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Fundamentos do Controle de Poluição das Águas**. São Paulo: CETESB, 2017, 188 p. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/33/2018/11/Apostila-Fundamentos-do-Controle-de-Poluicao-das-Aguas-T3.pdf>. Acesso em: out. de 2024.

SÃO PAULO. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Norma Técnica L5.202**: Coliformes totais, coliformes termotolerantes e Escherichia coli - Determinação pela técnica de tubos múltiplos. 5. ed. São Paulo: CETESB, jan. 2018, 26p. Disponível em: [https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2018/01/Para-enviar-ao-PCSM\\_-NTC-L5.202\\_5ªed\\_dez.-2018.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2018/01/Para-enviar-ao-PCSM_-NTC-L5.202_5ªed_dez.-2018.pdf). Acesso em: abr. de 2024

SILVA, A. M.; VALENTINI, C. A. Reflexões sobre a qualidade da água de abastecimento público em Nossa Senhora do Livramento-MT. **Revista Arquivos Científicos (IMMES)**, v. 3, n. 2, p. 92-106, 16 dez. 2020. DOI: <https://doi.org/10.5935/2595-4407/rac.immes.v3n2p92-106>. Disponível em: <https://arqcientificosimmes.emnuvens.com.br/abi/article/view/408/126>. Acesso em: set. de 2024.

SILVA, P. E. de J. **Impactos de ações antrópicas na qualidade da água de nascentes**: caso do Assentamento Amazonas, Ipojuca-PE. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Pernambuco, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/38864/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20Paloma%20Eduarda%20de%20Jesus%20Silva.pdf>. Acesso em: jul. de 2024.

SOUSA, A. M.; SILVA, K. C.; NUNES, C. R. O.; SANTOS, L. F. U.; ARAÚJO, I. M. R. Caracterização da qualidade da água da Lagoa de Cima – Campos Dos Goytacazes/RJ, através de parâmetros físico-químicos, microbiológicos e análise estatística multivariada. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v. 15, n. 3, p. 1-17, 2021. DOI: <https://doi.org/10.18316/rca.v15i3.6488>. Disponível em:

<https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca/article/view/6488>. Acesso em: ago. de 2024.

SOUZA, N. N. R., AMARAL, L. G. H., CHIARELOTTO, M., FUENTES, T. G. Q.; SANTOS, M. A. 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. 202-224, dez. 2022. Disponível em: <https://www.revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/viewFile/1351/367>. Acesso em: abr. de 2024.

SOUZA, R. B. B.; FEITOSA JÚNIOR, F. R.; ALMEIDA NETO, P. P.; BRANDÃO, P. R. B. Mapeamento multitemporal e análise das formas de uso e ocupação do solo nos municípios de Baianópolis e Cristópolis, Bahia, Brasil. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.6, p.451-471, 2020.

UNITED STATES OF AMERICA. Federal Drug Administration. (2023). **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: abr. de 2024.

UNITED STATES OF AMERICA. United States Environmental Protection Agency. **National Recommended Water Quality Criteria - Human Health Criteria Table**. 2023. Disponível em: <https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-human-health-criteria-table>. Acesso em: out. de 2024.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **World Health Statistics 2019: Monitoring Health for the SDGs, Sustainable Development Goals**. 21 May 2019. ISBN: 9789241565707. Disponível em: <https://www.who.int/>. Acesso em: abr. de 2024.