

DOI: <http://dx.doi.org/10.18265/1517-0306a2021id6213>

ARTIGO ORIGINAL

SUBMETIDO 24/07/2021

APROVADO 23/11/2021

PUBLICADO ON-LINE 02/02/2022

PUBLICADO 30/03/2023

EDITORA ASSOCIADA
Mirella Leôncio Motta e Costa

Qualidade da água de abastecimento e fatores de risco à saúde na comunidade de Maria Jape em Ilhéus, Bahia

 Fabio Antônio da Silva Reis ^{[1] *}

 Franco Dani Rico Amado ^[2]

 Tatiane Benvenuti ^[3]

[1] adm_fabioreis@yahoo.com.br.
Programa de Pós-Graduação em
Desenvolvimento Regional e Meio
Ambiente, Universidade Estadual de Santa
Cruz (UESC), Brasil

[2] franco.amado@gmail.com.

[3] benvenutitiane@gmail.com.
Departamento de Ciências Exatas e
Tecnológicas, Universidade Estadual de
Santa Cruz (UESC), Brasil

RESUMO: A qualidade da água para consumo está diretamente associada com a saúde do ser humano, sendo ela o elemento mais importante do corpo, pois todas as reações químicas internas dependem dela. Há várias doenças que são transmitidas pela água em função da presença de microrganismos patogênicos e de fatores físico-químicos da água com deficiência de tratamento. As comunidades rurais são negligenciadas pelas autoridades públicas, e não resta opção, senão a busca por soluções alternativas de captação e abastecimento de água para subsistência. Nesse contexto, a Vila Maria Jape – que, através de um represamento a céu aberto, utiliza água superficial como alternativa – sofre com a influência da lixiviação do solo pela chuva sem qualquer tratamento. A caracterização da água destinada ao consumo humano é de fundamental importância e de relevância social, uma vez que a água tem a capacidade de transmitir rapidamente enfermidades para um grande número de pessoas. As análises físico-químicas e microbiológicas de amostras coletadas nos períodos seco e chuvoso indicaram que a água apresenta microrganismos e substâncias que podem ser prejudiciais à saúde humana. Há uma necessidade de intervenção técnica e social nessa comunidade, no sentido de promover o tratamento da água nos aspectos físicos, químicos e microbiológicos. Conclui-se que o desenvolvimento de uma educação sanitária e o tratamento da água já comprometida são ações necessárias para reduzir os riscos de doenças de veiculação hídrica nas comunidades não atendidas por água tratada e abastecimento público.

Palavras-chave: hidrologia; plano de gestão; potabilidade; recursos hídricos; saúde pública.

Quality of water supply and health risk factors in the community of Maria Jape in Ilhéus, Bahia

ABSTRACT: Drinking water quality is directly associated with human health,

*Autor para correspondência.



it is the most important element in the body, since all internal chemical reactions depend on it. There are several diseases that are transmitted by water due to the presence of pathogenic microorganisms and physicochemical factors in water with deficient treatment. Rural communities are neglected by public authorities, and there is no option but to search for alternative solutions for capturing and supplying water for subsistence. In this context, Vila Maria Jape – which, through an open-air impoundment, uses surface water as an alternative – suffers from the influence of soil leaching by rain without any treatment. The characterization of water intended for human consumption is of fundamental importance and social relevance, since water has the ability to rapidly transmit diseases to a large number of people. The physical-chemical and microbiological analyzes of samples collected in the dry and rainy period indicated that the water contains microorganisms and substances that can be harmful to human health. There is a need for technical and social intervention in this community, in order to promote water treatment in physical, chemical and microbiological aspects. It is concluded that the development of sanitary education and already compromised water treatment are necessary actions to reduce the risks of waterborne diseases in communities not served by treated water and public supply.

Keywords: hydrology; management plan; potability; public health; water resources.

1 Introdução

A água é uma substância multifuncional, fonte líquida mais abundante do planeta e exerce papel fundamental no que se refere à existência de vida, sendo indispensável para o ser humano e demais seres vivos (BORTOLI *et al.*, 2017; SILVA; BRITO; SILVA FILHO, 2020). É um componente bioquímico de todos os seres vivos, seja como meio de vida de vegetais e animais até como elemento representativo de valores culturais e sociais (SANTIN; GOELLNER, 2013). Portanto, a água é um recurso natural intensamente utilizado e seu acesso, pela espécie humana, é essencial para a saúde e bem-estar.

Dotada de propriedades físico-químicas, que conferem a característica de excelente solvente, a água não se encontra em estado de absoluta pureza. São inúmeras as impurezas que se podem apresentar nas águas naturais, várias delas inócuas, pouco desejáveis e algumas extremamente perigosas. A qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da atuação antrópica (MACEDO; REMPEL; MACIEL, 2018; SILVA *et al.*, 2018). A atuação antrópica pode afetar sua capacidade de aplicação e uso.

O consumo de água tratada é de suma importância para a manutenção da saúde. Há doenças que são transmitidas pela água devido aos microrganismos presentes em reservatórios de água doce, habitualmente após contaminação deles por fezes humanas ou de animais (PORCY *et al.*, 2020). A transmissão do agente infeccioso através da água pode ocorrer pela ingestão, pelo contato com a pele e na preparação de alimentos. Por esse motivo, a caracterização da água através de análises físico-químicas e microbiológicas, principalmente daquela destinada ao consumo humano, é um indicador da qualidade da água e da segurança para consumo. Segundo Patias *et al.* (2016), a avaliação microbiológica da água é um dos importantes meios para identificar microrganismos patogênicos, e a análise físico-química da água reflete influências antrópicas e climatológicas que podem trazer substâncias prejudiciais à saúde. A garantia de consumo humano de água segundo padrões de potabilidade adequados é questão relevante para a saúde pública, para tanto, precisa estar presente no ambiente em quantidade e qualidade apropriadas (BOZZINI *et al.*, 2018).

A água no meio rural está sujeita a diversas alterações, já que o abastecimento se dá por meio de nascentes, poços artesianos e armazenamento de água da chuva que, em geral, não possuem o devido cuidado higiênico e sanitário e, não raro, encontram-se próximos a áreas de pastagem animal e outras fontes de poluição (BIRKHEUER *et al.*, 2017). A comunidade Maria Jape, distrito rural de Ilhéus-BA, local do presente estudo, não possui abastecimento de água potável pela Empresa Baiana de Água e Saneamento (EMBASA) e se utiliza de soluções alternativas. O abastecimento dessa região é feito através de represamento a céu aberto de água superficial, que recebe água da chuva e está sujeito à lixiviação do solo do entorno. Esse represamento abastece 89 residências e uma escola municipal de ensino infantil. A inexistência de um abastecimento de água potável, ou a ineficiência deste, representa um obstáculo ao crescimento e à prosperidade de uma localidade (AGRIZZI *et al.*, 2018; ANA, 2012; SILVA; BRITO; SILVA FILHO, 2020). O fornecimento de água potável é a principal fonte de desenvolvimento econômico, social e regional. Assim, a privação do seu acesso representa uma das principais causas da pobreza. Nesse universo, a área de estudo tem relevância social, haja vista os riscos que o consumo de água não potável representa à saúde da comunidade em estudo.

Considera-se importante avaliar a qualidade das águas com o uso de poucos e significativos parâmetros, com o intuito de permitir que se façam monitoramentos, intervenções e controle ambiental (AGRIZZI *et al.*, 2018). Muitos estudos envolvendo a qualidade da água são realizados mundialmente a fim de conhecer as características dos corpos hídricos e os efeitos de ações naturais e antrópicas que interagem com o meio. Por outro lado, ainda há deficiência em estudos relacionados com a qualidade de água no meio rural (BORTOLI *et al.*, 2017). À luz dessas implicações, pensando na saúde da comunidade rural em questão e em como esta pode ser prejudicada com o consumo de água contaminada, realizou-se um estudo, como objetivo principal desta pesquisa, sobre a qualidade da água na comunidade Maria Jape, em Ilhéus-BA, caracterizando-a física, química e microbiologicamente, comparando com os valores estabelecidos na Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2021). Foram analisadas amostras de água para a avaliação de 12 parâmetros físico-químicos (pH, cor, condutividade elétrica, sólidos totais, cloretos, ferro total, amônia, dureza, sulfato, turbidez, nitrito e nitrato) e dois microbiológicos (coliformes termotolerantes e coliformes totais). Essa verificação se faz necessária para subsidiar que a água esteja isenta de microrganismos patogênicos e elementos químicos prejudiciais à saúde.

Nas seções posteriores, serão apresentados o método de pesquisa, contendo a caracterização do local de estudo como também os procedimentos metodológicos para a coleta de amostras, avaliação físico-química e microbiológica; e, por fim, resultados alcançados, evidenciando a qualidade da água e fatores de risco associados, e considerações finais, enfatizando a importância de uma intervenção técnica e social para a questão.

2 Método da pesquisa

Esta seção está subdividida em subseções, escritas de forma a auxiliar a compreensão do desenvolvimento da pesquisa. A seção 2.1 descreve a área de estudo; a seção 2.2 compreende a coleta, transporte e armazenamento de amostras do represamento de água na comunidade estudada; as seções 2.3 e 2.4 informam os métodos de análises física, química e microbiológica, conforme metodologia descrita em *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA; AWWA; WEF, 2017).

2.1 Caracterização do local do estudo

O distrito Vila de Maria Jape fica localizado no município de Ilhéus-BA, coordenadas 14° 49' 44,5" S e 39° 04' 27,6" W, 79 metros acima do nível do mar. O clima é tropical

e a vegetação predominante é a Mata Atlântica, com destaque para o cultivo de cacau em meio à variedade vegetal, prática denominada de cabruca. Cacau-Cabruca é um sistema ecológico de cultivo agroflorestal. Baseia-se na substituição de estratos florestais por uma cultura de interesse econômico, implantada no sub-bosque de forma descontínua e circundada por vegetação natural, não prejudicando as relações mesológicas com os sistemas remanescentes (PIASENTIN; SAITO, 2014).

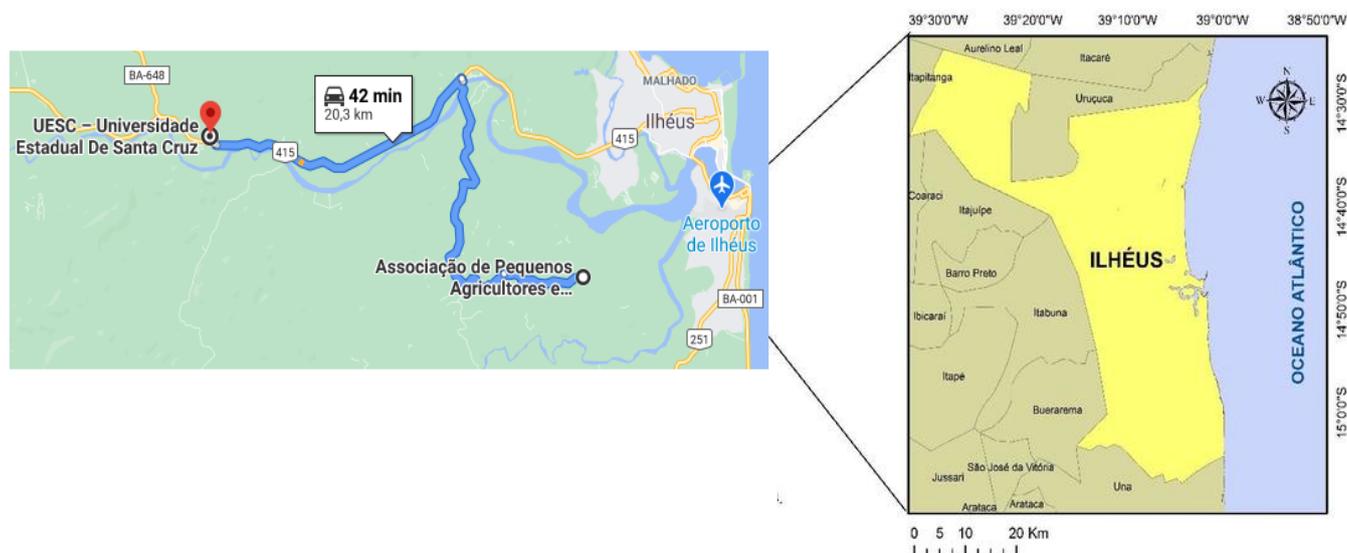
A comunidade Vila Maria Jape, distrito rural da cidade de Ilhéus-BA (Figura 1), não possui abastecimento de água potável. O abastecimento dessa região é feito através de água superficial represada ao ar livre, sem nenhuma forma de tratamento, e sofrendo em seu entorno influência da lixiviação do solo pela chuva (Figura 1).

Figura 1 ▶
Represamento de água em
Vila Maria Jape.
Fonte: arquivo dos autores



Para chegar até a comunidade Maria Jape, saindo da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), referência regional, é necessário utilizar a Rodovia Jorge Amado até o distrito de Banco da Vitória e pegar a estrada do Rio Cachoeira. São 20,3 km de distância, por essa estrada, até a Vila Maria Jape (Figura 2).

Figura 2 ▼
Localização da área de estudo.
*Fonte: elaborada pelos autores,
adaptada do Google Maps*



2.2 Coleta de amostras

As coletas, o transporte e o armazenamento de água do represamento da Vila Maria Jape foram realizados nos períodos mais chuvosos e menos chuvosos, seguindo as orientações da norma NBR 9.898/1987 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1987) e *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA; AWWA; WEF, 2017). Três pontos de coleta foram estabelecidos: ponto J, à jusante, ponto C, no centro, e ponto M, à montante do represamento, conforme ilustrado na Figura 3. Foram feitas coletas no período de outubro de 2020 até março de 2021 – sendo definidos outubro, novembro e janeiro como período mais chuvoso e fevereiro, dezembro e março, como período menos chuvoso, conforme Figura 4 –, totalizando 18 amostras. Esses períodos estão de acordo com os dados pluviométricos obtidos do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN, 2021) – código da estação 291360602A, localização latitude 14° 47' 16" S e longitude 39° 02' 52" W –, que é o mais próximo da Vila Maria Jape (Figura 3).

Figura 3 ►

Pontos de coletas de amostras.

Fonte: Google Earth (2021)

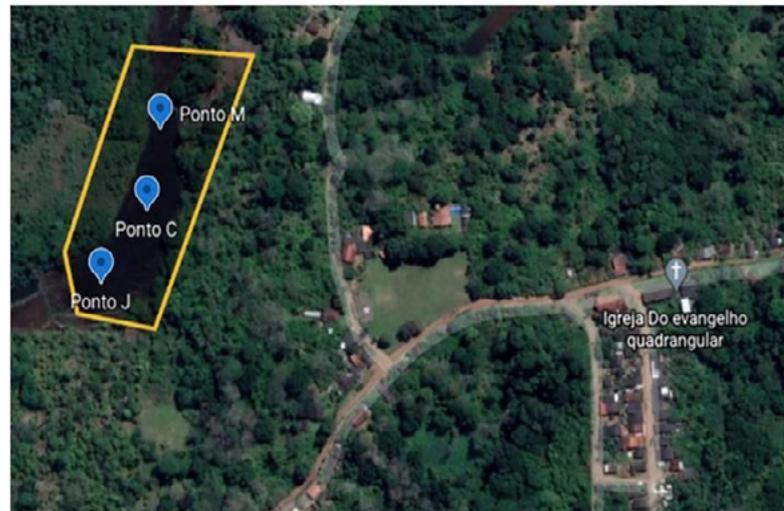
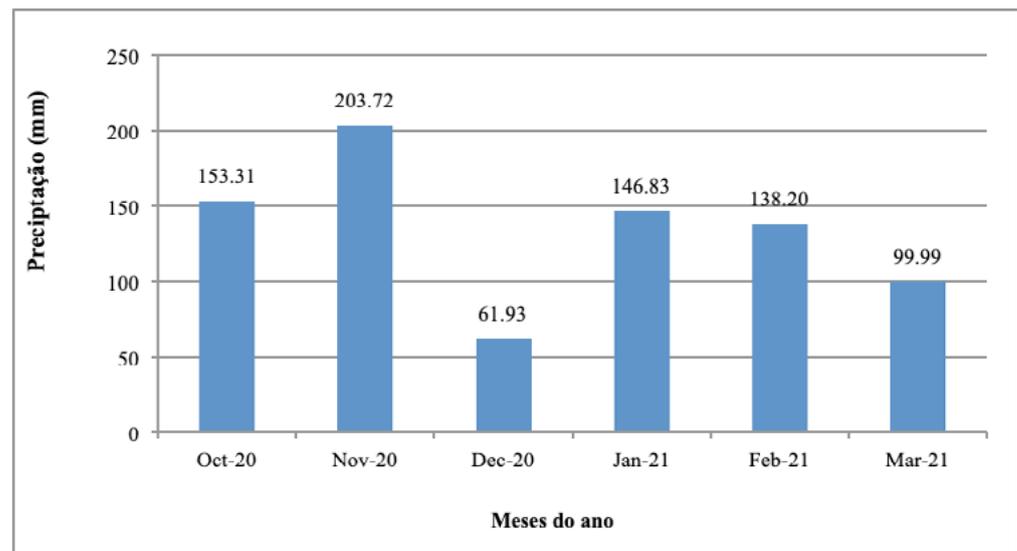


Figura 4 ►

Dados pluviométricos da região.

Fonte: CEMADEN (2021)



2.3 Avaliação físico-química da água de abastecimento

As análises físico-químicas das amostras foram realizadas conforme metodologia descrita em *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA; AWWA; WEF, 2017) para 12 parâmetros: cor, pH, dureza, turbidez, sólidos totais dissolvidos, ferro, cloretos, nitrato, nitrito, sulfato, amônia e condutividade elétrica. Esses parâmetros foram descritos na Tabela 1 com as respectivas unidades e métodos de mensuração, valores máximos permitidos conforme a portaria de potabilidade nº 888/2021 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2021) e a metodologia *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA; AWWA; WEF, 2017), respectivamente.

Tabela 1 ►

Parâmetros físico-químicos avaliados nas amostras de água da Vila Maria Jape conforme Portaria MS nº 888/2021 (BRASIL, 2021), valores máximos permitidos e metodologia.

Fonte: Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2021)

Parâmetro	Unidade	VMP	Metodologia
Cor	uH	15	Colorimetria (2120B)
pH	-	6 - 9	Potenciometria (4500B)
Dureza	mg L ⁻¹ CaCO ₃	300	Titulometria (2340C)
Turbidez	uT	5	Nefelometria (2130B)
STD	mg L ⁻¹	500	Condutivimetria (2540C)
Ferro	mg L ⁻¹	0,3	Espectrofotometria (3111B)
Cloretos	mg L ⁻¹	250	Titulometria (4110B)
Nitrato	mg L ⁻¹	10	Colorimetria (4110B)
Nitrito	mg L ⁻¹	1	Colorimetria (4110B)
Sulfato	mg L ⁻¹	250	Espectrofotometria (4110B)
Amônia	mg L ⁻¹	1,2	Colorimetria (4500B e C)
C. E.	µS.cm ⁻¹	-	Condutivimetria (2510B)

VMP: Valor Máximo Permitido; uH: Unidade Hazen; uT: Unidade de Turbidez; mg L⁻¹: miligrama por litro; µS/cm: microSiemens por centímetro; STD: sólidos totais dissolvidos; mg L⁻¹ CaCO₃: miligrama por litro de carbonato de cálcio.

Os parâmetros físico-químicos foram avaliados via análises estatísticas descritivas e, com auxílio do Microsoft Office Excel, foi aplicado o teste *t* de Student para verificar a ocorrência de variação estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre as médias dos dados do período mais chuvoso e menos chuvoso. Posteriormente, foi realizada a avaliação do grau de associação entre os atributos, através da Matriz de Correlação de Spearman. A matriz de correlação é utilizada para iniciar a análise estatística dos dados históricos dos diversos universos estudados, identificando visualmente as variáveis envolvidas no estudo, que se relacionam entre si. A determinação do grau de relação entre duas variáveis é dada pelo coeficiente de Pearson, também chamado de coeficiente de correlação, ou simplesmente correlação para os pares de variáveis. Esse coeficiente é um número entre -1 e 1 que expressa o grau de dependência linear entre duas variáveis quantitativas que, quando negativa, indica que uma variável diminui com o aumento da outra e, quando positiva, indica que uma variável aumenta com o aumento da outra (LORDELO *et al.*, 2018). A matriz de correlação composta pelas variáveis empregadas neste trabalho pode ser vista nas Tabelas 5 e 6. Foi considerada a seguinte classificação para a magnitude dos coeficientes de correlação: valores entre 0,10 e 0,29: fracos; escores entre 0,30 e 0,49: moderados; e valores entre 0,50 e 1: fortes, sendo negativos ou positivos (RIBEIRO *et al.*, 2016).

2.4 Avaliação microbiológica da água de abastecimento

O método substrato cromogênico foi aplicado para a análise de coliformes totais e *Escherichia coli* (9223A) (APHA; AWWA; WEF, 2017). Os resultados obtidos são expressos de acordo com a Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2021), conforme Quadro 1, para a potabilidade da água.

Quadro 1 ►

Parâmetros microbiológicos listados na Portaria MS nº 888/2021.

Fonte: Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2021)

Parâmetro	Unidade	VMP ¹
Coliformes totais	N/A ²	Ausência em 100 mL
Coliformes termotolerantes	N/A ²	Ausência em 100 mL

¹VMP: valor máximo permitido, ²N/A: não se aplica;

Os resultados obtidos das variáveis de qualidade da água são comparados com a portaria de potabilidade nº 888/2021 do Ministério da Saúde.

3 Resultados da pesquisa

As médias dos resultados das análises físico-químicas das amostras coletadas na represa da comunidade Vila Maria Jape, nos anos de 2020 e 2021, são indicados na Tabela 2. Dos 16 parâmetros analisados, 4 demandam atenção: cor, ferro total, pH e turbidez. Observa-se que a cor (em 100% das amostras) está acima dos valores máximos permitidos para potabilidade, de acordo com a Portaria de Consolidação nº 888/2021 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2021), indicando a necessidade de intervenção no sentido de adequar a situação.

Tabela 2 ▼

Concentrações das amostras de água da represa da Vila Maria Jape no período mais chuvoso e menos chuvoso do período do monitoramento.
Fonte: dados da pesquisa

Parâmetros	Portaria nº 888/2021		Período mais chuvoso			Período menos chuvoso		
	¹ VMP	Unidade	Montante	Centro	Jusante	Montante	Centro	Jusante
			(M01)	(C02)	(J03)	(M04)	(C05)	(J06)
pH	6 - 9	Unidade	8,58	8,47	8,51	7,85	7,83	7,35
Cor	15	² uH	20,67	23,00	21,00	46,33	42,67	45,00
Sulfato	250	mg L ⁻¹	66,00	70,67	62,67	56,67	30,67	25,00
Turbidez	5,0	³ NTU	4,40	1,53	3,77	2,64	1,63	2,13
⁵ C.E.	-	⁴ µS/cm	89,67	67,73	86,47	44,90	44,03	46,10
⁶ STD	500	mg L ⁻¹	53,78	35,93	47,40	28,07	30,17	30,13
Cloreto	250	mg L ⁻¹	41,70	47,67	57,70	39,40	41,33	38,95
Nitrato	10	mg L ⁻¹	1,73	1,73	0,57	0,13	0,10	0,10
Ferro total	0,3	mg L ⁻¹	0,40	0,47	0,40	0,40	0,37	0,33
Amônia	1,2	mg L ⁻¹	0,33	0,50	0,49	0,25	0,27	0,27
Dureza	300	mg L ⁻¹ CaCo3	81,79	129,99	91,92	73,10	88,40	69,47
Nitrito	1,0	mg L ⁻¹	0,13	0,13	0,10	0,07	0,07	0,07

¹VMP: Valor Máximo Permitido; ²uH: Unidade Hazen; ³NTU: Unidade de Turbidez; ⁴µS/cm: microSiemens por centímetro; ⁵C.E.: condutividade elétrica; ⁶STD: sólidos totais.

A cor é um indicador incluído no padrão organoléptico de potabilidade da água, e sua elevação, muitas vezes, provoca rejeição por parte do consumidor e insegurança no consumo de tal água (MELLO, 2016). Tal parâmetro fornece indícios de contaminação, como a presença de sólidos dissolvidos em suspensão ou material em estado coloidal (orgânicos e/ou inorgânicos), além de poder estar relacionado com a elevada concentração de ferro (SCORSFAVA *et al.*, 2013).

Verificou-se *in loco* que o represamento apresenta uma concentração de folhas secas, troncos de árvores em decomposição e fezes de animais. Segundo Gaspar *et al.* (2016), esses fatores alteram a coloração da água. De todos os parâmetros descritos na Tabela 2, a cor apresenta os maiores valores, provavelmente em virtude de maiores taxas de substâncias dissolvidas e/ou decomposição de matéria orgânica. Por esse aspecto estético, configura-se imprópria para consumo humano, além de trazer prejuízos em usos não potáveis, como a possibilidade de manchar roupas e pisos durante a lavagem.

A cor da água está associada à matéria orgânica natural proveniente da lixiviação do solo em períodos chuvosos e não chuvosos somados à presença de ferro, que também pode alterá-la (ALMEIDA *et al.*, 2019).

O teste estatístico *t* demonstrou que houve diferença significativa nos valores de pH, cor, sulfato, condutividade elétrica, sólidos totais, nitrato, nitrito, entre os períodos mais chuvosos e menos chuvosos, sendo influenciados pela chuva. A diferença foi não significativa para os valores dos demais parâmetros entre os períodos mais chuvosos e menos chuvosos, evidenciando que estes não são influenciados pela sazonalidade (Tabela 3).

Tabela 3 ►

Demonstração de diferenças sazonais.

Fonte: dados da pesquisa

Parâmetros	Teste <i>t</i>	Resultado
pH	0.007677	Significativo
Cor	0.000036	Significativo
Sulfato	0.019552	Significativo
Turbidez	0.116757	Não significativo
Condutividade elétrica	0.004641	Significativo
Sólidos totais	0.021264	Significativo
Cloretos	0.081151	Não significativo
Nitrato	0.009719	Significativo
Ferro total	0.131438	Não significativo
Amônia	0.056713	Não significativo
Dureza	0.093671	Não significativo
Nitrito	0.010225	Significativo

Observa-se que o parâmetro cor apresentou variações entre os períodos mais chuvosos e menos chuvosos, registrando valores entre 19 uH e 24 uH (unidades de Hazen) no período mais chuvoso e entre 19 uH e 80 uH no período menos chuvoso, conforme dados da Tabela 4 e ilustração da Figura 5.

Tabela 4 ▼

Concentrações máximas e mínimas nas amostras.

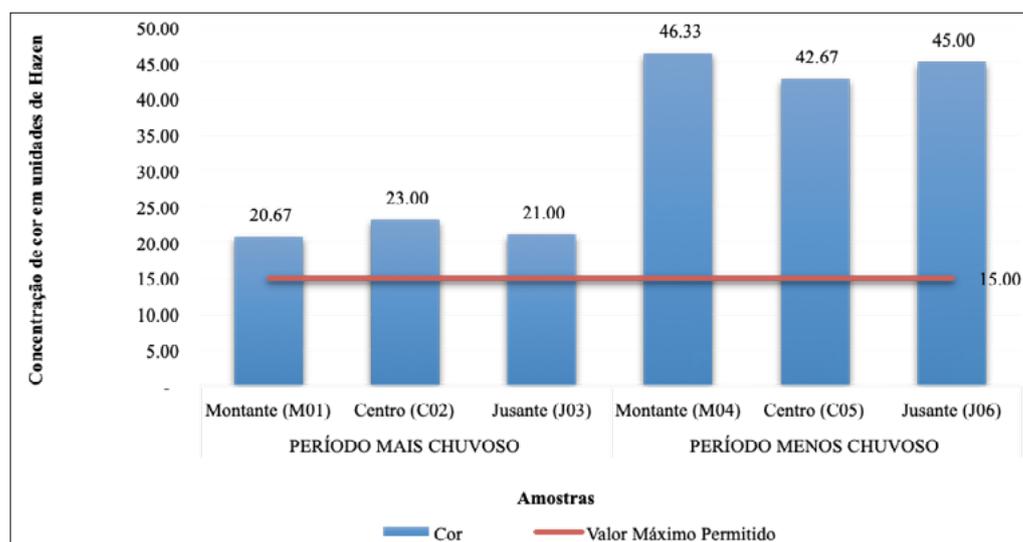
Fonte: dados da pesquisa

Parâmetros	Portaria nº 888/2021		Período mais chuvoso		Período menos chuvoso	
	VMP	Unidade	<i>x</i> _{mín}	<i>x</i> _{máx}	<i>x</i> _{mín}	<i>x</i> _{máx}
pH	6 - 9	Unidade	7,16	9,77	6,49	8,13
Cor	15	uH	19,00	24,00	19,00	80,00
Sulfato	250	mg L ⁻¹	22,00	140,00	5,00	100,00
Turbidez	5,0	NTU	0,10	13,00	0,10	4,02
C.E.	-	µS/cm	43,00	130,40	41,00	50,70
STD	500	mg L ⁻¹	31,00	87,40	24,90	31,60
Cloreto	250	mg L ⁻¹	35,00	87,50	34,40	43,44
Nitrato	10	mg L ⁻¹	0,10	5,00	0,10	0,20
Ferro total	0,3	mg L ⁻¹	0,10	1,20	0,10	0,70
Amônia	1,2	mg L ⁻¹	0,22	1,00	0,25	0,30
Dureza	300	mg L ⁻¹ CaCo ₃	15,86	342,00	1,12	193,90
Nitrito	1,0	mg L ⁻¹	0,10	0,20	0,02	0,10

Figura 5 ►

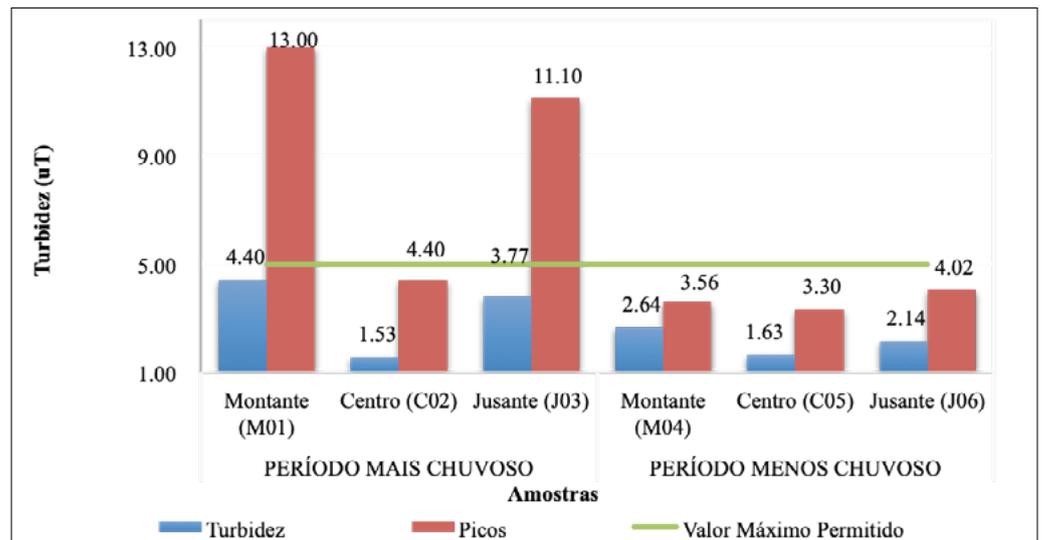
Cor das amostras de água coletadas no período de estudo.

Fonte: dados da pesquisa



O ferro total, conforme Figura 6, apresentou valor médio máximo de 0,47 mg L⁻¹ no período mais chuvoso e médio mínimo de 0,33 mg L⁻¹ no período menos chuvoso. Entretanto, a maior concentração desse metal foi no período mais chuvoso, com valor máximo de 1,20 mg L⁻¹, conforme Tabela 4. Provavelmente, pode ser associada à lixiviação do solo pela chuva para dentro da represa, uma vez que o ferro é um constituinte do solo (MACHADO *et al.*, 2019).

Figura 6 ►
Concentração de ferro total das amostras no período de estudo.
Fonte: dados da pesquisa



As fontes de ferro são minerais escuros, que tornam a água amarelada, com sabor amargo e adstringente (PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011). O ferro total não é nocivo à saúde humana, se presente em concentração aceitável, conforme valor máximo informado na portaria de potabilidade nº 888/2021 (BRASIL, 2021). Entretanto, o ferro em grandes proporções pode causar danos gastrointestinais, levando à intoxicação, e pode afetar o coração e rins (LIMA *et al.*, 2011).

O ferro é um parâmetro restritivo na Portaria nº 888/2021 (BRASIL, 2021), e sua determinação é essencial, já que seu consumo excessivo pode causar uma doença chamada hemocromatose. Esta se caracteriza pelo depósito do metal nos tecidos de órgãos como fígado, pâncreas, coração e hipófise, além de seu caráter tóxico, devido ao potencial catalítico nas reações de oxidação de lipídios e proteínas. Não somente danos à saúde são observados com níveis elevados de ferro na água; ele também acarreta problemas de ordem estética, manchas em roupas ou louças sanitárias, pisos etc. (PEREIRA *et al.*, 2010; SCORSAFAVA *et al.*, 2013).

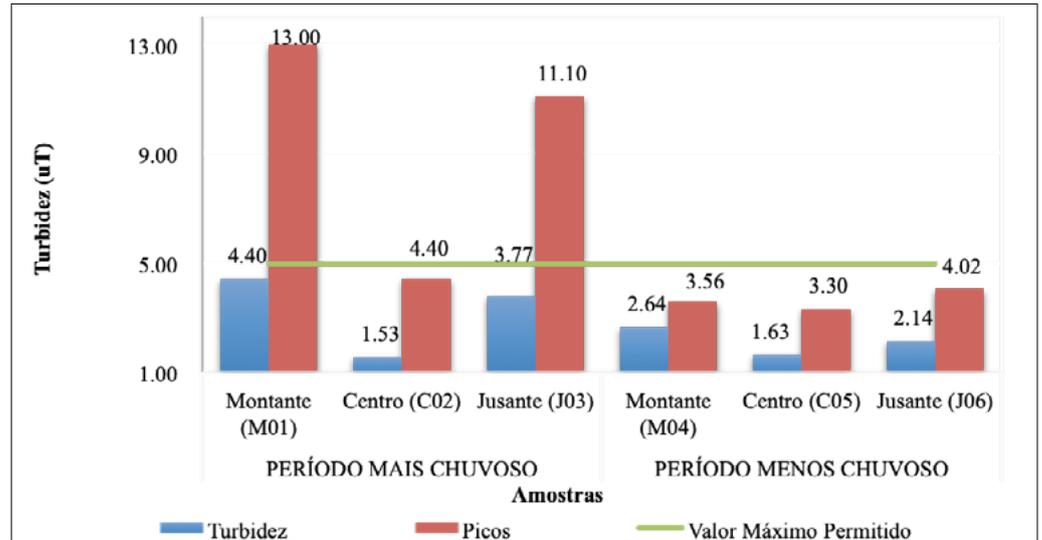
A presença do metal Ferro em água destinada para consumo humano tende a formar depósitos sobre superfícies metálicas, incrustações em tubulações e redução da eficiência dos filtros, reduzindo a vida útil desses equipamentos (ALMEIDA *et al.*, 2019). O ferro em excesso pode favorecer o desenvolvimento das ferrobactérias que, embora não sejam prejudiciais à saúde, deixam a água turva e com odor desagradável (PARRELA; SANTOS, 2016; SOUZA *et al.*, 2018).

A turbidez também está ligada à qualidade da água. O alto nível de turbidez está intimamente relacionado à existência de matéria orgânica e argilas suspensas na água; a agregação desses componentes dá origem a colóides que interferem na penetração da luz (ROBERTO *et al.*, 2017). A alta turbidez da água não a torna inviável somente para o consumo por parte do ser humano e dos animais, mas também pode desencadear muitos problemas ao funcionamento do ecossistema natural (ROBERTO *et al.*, 2017).

Apesar de, na média dos períodos mais chuvosos e menos chuvosos, as amostras não apresentarem valores para a turbidez em desconformidade com a portaria da potabilidade, ainda assim apresentaram picos de 13 mg L⁻¹ e 11,10 mg L⁻¹ no período mais chuvoso, conforme ilustrado na Figura 7.

Figura 7 ▶

Turbidez das amostras.
Fonte: dados da pesquisa



É importante salientar que, não raro, há queimadas, por ação antrópica, nas áreas próximas à represa, conforme ilustrado na Figura 8, prejudicando a qualidade da água pela concentração de cinzas levadas pela chuva, além da deposição de sedimentos desprendidos do solo, em decorrência da erosão, para o fundo dos corpos d'água, o que pode alterar o pH e a concentração de oxigênio da água (GUIMARÃES *et al.*, 2014). A ausência de mata ciliar após as queimadas (Figura 8) é um fator que contribui diretamente para o aumento de arraste de sólidos para o leito do represamento, potencializando o processo de assoreamento (GASPAR *et al.*, 2016).

Figura 8 ▶

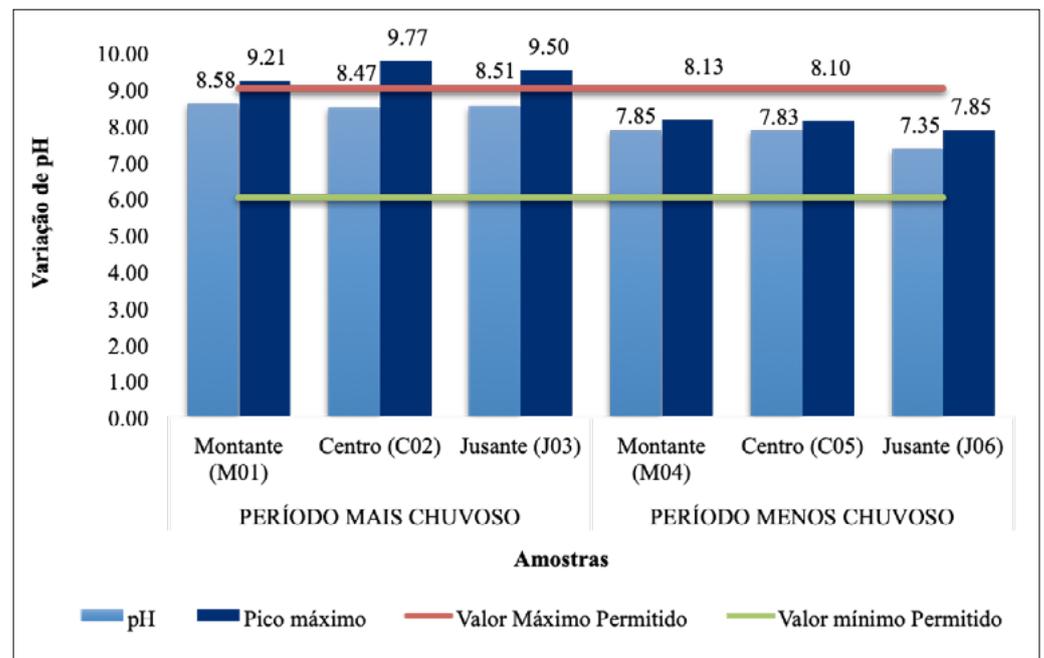
Verificação da prática de queimadas na região da represa.
Fonte: arquivo dos autores



A mata ciliar é essencial para o meio ambiente, tendo como uma de suas mais importantes atribuições a manutenção da qualidade da água, estabilidade dos solos, regularização dos ciclos hidrológicos e conservação da biodiversidade (HILL *et al.*, 2018). Segundo Rocha (2018), o fogo age sobre o estrato arbóreo, influenciando a redução do porte das árvores e o aumento da sua tortuosidade, a composição florística e a estrutura da vegetação. A prática do uso do fogo, em curto espaço de tempo, tende a modificar as características do solo e, a partir da retirada da cobertura vegetal, ocorre a perda de sedimentos, de matéria orgânica e de nutrientes (NICASIO *et al.*, 2019).

Apesar de o pH analisado, em média, estar em conformidade com os padrões de potabilidade, é necessário reportar que, no período mais chuvoso, a água apresenta característica alcalina (valor máximo encontrado de pH = 9,77), indicado na Figura 9. Conforme citado por Santos *et al.* (2020), as variações nos valores de pH das águas superficiais podem ter indícios das ações antrópicas, como lançamento de efluentes domésticos, ou ocorrências naturais, como fotossíntese e dissolução de rochas. As cinzas geradas após queimadas também provocaram aumento de pH, que influencia a qualidade da água (OLIVEIRA FILHO, 2020). O autor ainda destaca que o pH pode ser visto como um dos aspectos ambientais mais importantes, sendo um dos mais difíceis de analisar – essa complicação é decorrente dos mais variados fatores que podem influenciá-lo, podendo estar associado a fontes de poluição através de lançamentos individualizados, que são facilmente identificados, ou lançamento específico de difícil controle e identificação.

Figura 8 ►
Variação do pH das amostras.
Fonte: dados da pesquisa



Os demais parâmetros físico-químicos (pH, sulfeto, sulfato, sólidos totais, cloretos, amônia, nitrito, nitrato, condutividade elétrica e dureza), em média, atendem aos padrões de potabilidade, conforme Tabela 2. Entretanto, são importantes algumas considerações.

Informações relevantes sobre a dinâmica das variáveis podem ser obtidas através da matriz de correlação. Conforme apresentado na Tabela 5, durante o período menos chuvoso, os parâmetros cor, condutividade elétrica, sólidos totais, cloretos, amônia, dureza e sulfato apresentaram forte correlação. A cor apresentou uma forte correlação negativa com a condutividade, amônia e nitrito. Isso significa que, quando o valor da concentração do parâmetro cor aumenta, os demais parâmetros correlacionados com esta negativamente diminuem. Por outro lado, a cor se relaciona forte e positivamente com a dureza; ambos aumentam na mesma direção.

Tabela 5 ▼

Matriz de correlação no período menos chuvoso.

Fonte: dados da pesquisa

Matriz de correlação	pH	Cor	C.E. ¹	STD ²	Cloretos	Ferro total	Amônia	Dureza	Sulfato	Turbidez	Nitrito	Nitrato
pH	1,000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Cor	0,093	1,000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
C.E.	-0,374	-0,908	1,000	---	---	---	---	---	---	---	---	---
STD	-0,193	-0,283	0,362	1,000	---	---	---	---	---	---	---	---
Cloretos	0,061	0,370	-0,494	-0,288	1,000	---	---	---	---	---	---	---
Ferro total	0,100	0,018	-0,142	-0,748	0,673	1,000	---	---	---	---	---	---
Amônia	-0,449	-0,621	0,669	0,385	0,205	0,217	1,000	---	---	---	---	---
Dureza	0,081	0,889	-0,860	-0,352	0,743	0,361	-0,312	1,000	---	---	---	---
Sulfato	0,411	-0,424	0,263	-0,152	-0,694	-0,248	-0,422	-0,675	1,000	---	---	---
Turbidez	0,281	-0,073	0,052	-0,133	-0,824	-0,447	-0,653	-0,470	0,870	1,000	---	---
Nitrito	0,014	-0,914	0,852	0,414	-0,676	-0,344	0,378	-0,985	0,632	0,389	1,000	---
Nitrato	0,105	-0,174	0,226	0,288	-0,269	-0,459	-0,189	-0,264	0,260	0,175	0,250	1,000

¹C.E.: condutividade elétrica; ²STD: sólidos totais

A cor e a condutividade elétrica se relacionam forte e negativamente, ou seja, quando há aumento de cor ocorre uma redução da condutividade elétrica, no período menos chuvoso. Sugere-se que a matéria orgânica presente na água do reservatório seja um fator atenuante da condutividade elétrica. A cor é a característica física da água ocasionada pela existência de substâncias dissolvidas ou em estado coloidal, na maioria dos casos, de natureza orgânica (CAMPOS; NUCCI, 2019). A condutividade elétrica se relaciona fortemente com a amônia, a dureza e o nitrito, de forma positiva, negativa e positiva, respectivamente. A amônia, por sua vez, se correlaciona forte e positivamente com o nitrito e o nitrato, e o sulfato se relaciona fortemente com a turbidez e o nitrito, de forma positiva, sugerindo a contribuição de atividades domésticas (efluentes) para dentro do reservatório.

No período mais chuvoso temos um número maior de correlações, conforme Tabela 6. Isso se deve a lixiviação do entorno para dentro do reservatório. Com exceção do cloreto, o pH se relaciona fortemente com os demais parâmetros. Observa-se que, para efeito de monitoramento da água do reservatório no período mais chuvoso, os parâmetros nitrato, nitrito, dureza, sólidos totais e condutividade elétrica, que estiveram em conformidade com a portaria da potabilidade nº 888/2021 (BRASIL, 2021), apresentaram forte correlação positiva com o pH. Significa inferir que quando há variação daqueles, poderá haver variação deste parâmetro. O pH se relaciona forte e positivamente com o nitrogênio amoniacal no período mais chuvoso. Isso confirma a influência do pH no ciclo do nitrogênio amoniacal e mostra que, no período mais chuvoso, há presença de esgotos domésticos e/ou arraste do solo pela lixiviação do entorno.

Tabela 6 ▼

Matriz de correlação no período mais chuvoso.

Fonte: dados da pesquisa

Matriz de correlação	pH	Cor	C.E. ¹	STD ²	Cloretos	Ferro total	Amônia	Dureza	Sulfato	Turbidez	Nitrito	Nitrato
pH	1,000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Cor	-0,570	1,000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
C.E.	0,591	-0,851	1,000	---	---	---	---	---	---	---	---	---
STD	0,542	-0,607	0,784	1,000	---	---	---	---	---	---	---	---
Cloretos	0,191	-0,079	-0,179	0,138	1,000	---	---	---	---	---	---	---
Ferro Total	-0,910	0,727	-0,783	-0,531	0,021	1,000	---	---	---	---	---	---
Amônia	0,717	-0,075	0,091	0,414	0,675	-0,438	1,000	---	---	---	---	---
Dureza	0,708	0,035	0,111	0,476	0,427	-0,429	0,940	1,000	---	---	---	---
Sulfato	-0,781	0,682	-0,748	-0,410	0,105	0,953	-0,285	-0,264	1,000	---	---	---
Turbidez	-0,784	0,615	-0,700	-0,463	0,009	0,845	-0,397	-0,390	0,704	1,000	---	---
Nitrito	0,538	0,115	0,234	0,516	-0,188	-0,375	0,534	0,784	-0,245	-0,341	1,000	---
Nitrato	0,631	0,021	0,286	0,616	0,008	-0,437	0,684	0,882	-0,285	-0,396	0,976	1,000

Nesse sentido, percebe-se a influência da precipitação no reservatório através da lixiviação do solo. Esta é ocasionada a partir da lavagem da camada superficial, que carrega matérias para as áreas mais baixas. Dessa forma, a água da chuva lixivia o solo, carregando para o reservatório matéria orgânica e resíduos sólidos disponíveis no entorno. Diante disso, componentes do solo (matéria orgânica, ferro, cálcio etc.), resíduos sólidos e efluentes podem afetar diretamente a qualidade da água.

Conforme a Tabela 6, a amônia tem uma forte correlação positiva com o nitrato e o nitrito. E o nitrato tem forte correlação positiva com o nitrito. Isso ocorre porque o nitrito é um estado intermediário do nitrogênio, tanto pela oxidação da amônia a nitrato como pela redução do nitrato a nitrogênio. A oxidação dos íons amônio produz nitritos como resíduos nitrogenados, que, por sua vez, são liberados para o ambiente ou oxidados a nitrato. A conversão dos íons amônio em nitrito e nitrato é conhecida como nitrificação, que ocorre pela ação de bactérias nitrificantes (ZOPPAS; BERNARDES; MENEGUZZI, 2016). Esses processos de oxidação e redução podem ocorrer em estações de tratamento de água, em sistemas de distribuição de águas e em águas naturais.

No período mais chuvoso, percebe-se, através da Tabela 6, que a condutividade elétrica apresenta uma forte correlação positiva com os sólidos totais dissolvidos. Isso se deve, provavelmente, à presença de substâncias iônicas na matéria orgânica lixiviada pela chuva, fazendo com que essa relação seja maior no período mais chuvoso quando comparado com o período menos chuvoso. Por outro lado, a condutividade tem uma forte correlação com o ferro total, o sulfato e a turbidez, porém de forma negativa.

Em relação aos resultados microbiológicos, é necessário ressaltar que, quando

detectado individualmente, o indicador coliforme total possui valor sanitário limitado. Quando, porém, detectado em conjunto com a *E. Coli*, sugere que medidas de controle devem ser imediatamente tomadas para adequar a qualidade da água de consumo. Conforme os resultados ilustrados no Quadro 2, as amostras apresentaram contaminação microbiológica em todo o período monitorado.

Quadro 2 ▶
Resultados das análises
microbiológicas.
Fonte: dados da pesquisa

Parâmetros	Coliformes totais	<i>Escherichia coli</i>
¹ VMP	Ausente	Ausente
Outubro.20		
Montante	Presente	Presente
Centro	Presente	Presente
Jusante	Presente	Presente
Novembro.20		
Montante	Presente	Presente
Centro	Presente	Presente
Jusante	Presente	Presente
Dezembro.20		
Montante	Presente	Presente
Centro	Presente	Presente
Jusante	Presente	Presente
Janeiro.21		
Montante	Presente	Presente
Centro	Presente	Presente
Jusante	Presente	Presente
Fevereiro.21		
Montante	Presente	Presente
Centro	Presente	Presente
Jusante	Presente	Presente
Março.21		
Montante	Presente	Presente
Centro	Presente	Presente
Jusante	Presente	Presente

¹VMP: valor máximo permitido.

Possivelmente, a contaminação observada decorre da falta de saneamento básico, contato com esgoto doméstico e/ou com fezes de animais. Segundo Alves, Ataíde e Silva (2018), o mecanismo de transmissão de doenças mais comum e diretamente relacionado com a qualidade da água é o da ingestão, no qual o indivíduo sadio ingere água que contém componente nocivo à saúde, e a presença desse componente no organismo humano provoca o aparecimento de doença.

Na comunidade rural em questão, o risco de ocorrência de surtos de doenças de veiculação hídrica é alto. Isso se dá em função da contaminação microbiológica

das águas superficiais, que são captadas e represadas ao ar livre, próximo de fontes de contaminação, como fossas e áreas de pastagem de animais, e ainda sujeitas aos resíduos da lixiviação dos solos da região, pela ação da chuva. É comum a criação de galinhas, bovinos, equinos e animais domésticos próximos ao represamento. Nesse aspecto, os dejetos e excrementos bem como restos de rações são arrastados para a água em período de chuva, corroborando a contaminação por coliformes fecais, causando o enriquecimento da matéria orgânica, o que tende a contribuir para o processo de eutrofização do represamento e, conseqüentemente, a piora da qualidade de sua água.

De acordo com a literatura, as doenças de veiculação hídrica – como febre, disenteria, cólera, diarreia, entre outras – são críticas para a saúde pública, sendo responsáveis por muitos óbitos mundialmente, principalmente em crianças (CAMPOS *et al.*, 2017; YAMAGUCHI *et al.*, 2013). A ingestão de água que contém organismos patogênicos pode desencadear surtos de doenças diarreicas. Uma das principais bactérias que possuem espécies patogênicas é a *Escherichia coli*.

Na água potável não devem existir bactérias indicadoras de contaminação, como, por exemplo, a *Escherichia coli*. O controle da qualidade da água é uma necessidade universal, que exige atenção por parte das autoridades sanitárias e dos consumidores em geral, sobretudo no que se refere à água destinada ao consumo humano. A água pode se tornar um veículo capaz de transmitir uma série de agentes patogênicos e substâncias nocivas, influenciando diretamente o bem-estar e a saúde da população (ARAÚJO *et al.*, 2011; MENDONÇA *et al.*, 2017; WANG *et al.*, 2014).

As práticas de higiene pessoal, doméstica e dos alimentos são comprometidas com o não acesso à água potável ou com o acesso a água de qualidade duvidosa, principalmente em épocas como a atual, de pandemia do SARS-CoV-2, que exige da população a higienização constante, para se evitar a propagação da pandemia (MALINCONICO, 2021). A lavagem das mãos, por exemplo, tem sido fundamental contra a expansão do SARS-CoV-2 e contribuiu para a contenção da pandemia (GOTTI *et al.*, 2019). Portanto, o abastecimento de água potável tem imprescindível papel de promoção da saúde, possibilitando a higienização adequada da população e o desenvolvimento social e econômico da comunidade Vila Maria Jape.

A situação de contaminação microbiológica da água avaliada aumenta a vulnerabilidade da comunidade Maria Jape a doenças de veiculação hídrica. Dessa forma, a não utilização de método de desinfecção das águas consumidas pode acarretar graves problemas de saúde à população que se utiliza delas.

4 Conclusão

A água deve ser disponibilizada em quantidade suficiente e com qualidade para garantir a manutenção da vida. Os resultados e a caracterização demonstraram que a falta de um adequado sistema de abastecimento afeta a qualidade da água da comunidade. A Vila Maria Jape, distrito de Ilhéus-BA, possui um sistema de represamento de água para abastecimento próprio. Por diversos fatores, a qualidade da água é vulnerável, principalmente devido às condições ambientais às quais está exposta. Com base nos resultados físico-químicos e microbiológicos, a água destinada ao consumo apresenta parâmetros que não atendem aos padrões recomendados pela Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde. São eles o ferro total, cor, coliformes totais e coliformes termotolerantes. Portanto, os resultados obtidos neste trabalho permitem inferir que a água consumida na comunidade Vila Maria Jape apresenta fator de risco à saúde da população.

A qualidade da água consumida pode expor a comunidade a uma série de doenças, que diminuem a qualidade de vida e aumentam os gastos públicos com a contenção de surtos e epidemias. A água utilizada na comunidade rural em questão pode ser considerada um importante fator de risco à saúde dos que a utilizam, colocando-os

em condição de vulnerabilidade. As doenças veiculadas por água contaminada se manifestam principalmente como diarreias que levam a estados mórbidos duradouros e até quadros de desidratação e morte, se não forem repostos os sais e líquidos perdidos. Os organismos e grupos identificados nas análises das amostras coletadas são utilizados como indicadores sanitários. Entretanto, algumas espécies de *E. coli* são patogênicas e podem causar doenças.

O abastecimento de água de qualidade em quantidade suficiente tem importância fundamental para promover condições higiênicas adequadas e proteger a saúde da população, que reflete na promoção do bem-estar e do desenvolvimento socioeconômico. A falta de acesso à água deixa determinadas parcelas da sociedade excluídas da prevenção à COVID-19, por exemplo, e mais suscetíveis aos seus efeitos. É necessária uma intervenção técnica e social no sentido de buscar alternativas de tratamento dessa água já comprometida e a adoção de um trabalho de educação sanitária junto à população da Vila Maria Jape, visando à preservação das fontes de água, a fim de evitar a ocorrência e transmissão de doenças de veiculação hídrica. O acesso a água potável, para essa comunidade, implicará a garantia da dignidade da população usuária, melhora na sua qualidade de vida, higiene, segurança e conforto.

Por fim, a realização deste tipo de estudo e sua divulgação aos órgãos competentes se fazem necessárias. É imprescindível o conhecimento, pelas autoridades públicas, da importância da relação entre situação hídrica e de abastecimento da comunidade rural estudada e outras, como a saúde de sua população. E, a partir deste, buscar a implantação de meios eficazes de fornecimento de água de qualidade, uma vez que água e saúde são elementos indissociáveis.

Financiamento

Esta pesquisa não recebeu financiamento externo.

Conflito de interesse

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9897**: planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – procedimento. Origem: ABNT - 01:062.02-001/1966. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

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

ALMEIDA, A. B. B.; LIMA, M. R. P.; SANTOS, Y. T. C.; MOREIRA, Y. W. N.; SILVA, P. B. A. Concentração de ferro e manganês em águas de abastecimento no município de Crato, Ceará: caracterização e proposta de tratamento. **Revista Águas Subterrâneas**, v. 33, n. 2, p. 1-11, 2019. DOI: <https://doi.org/10.14295/ras.v33i2.29520>.

ALVES, S. G. S.; ATAIDE, C. D. G.; SILVA J. X. Análise microbiológica de coliformes totais e termotolerantes em água de bebedouros de um parque público de Brasília, Distrito Federal. **REVISA – Revista de Divulgação Científica Sena Aires**, v. 7, n. 1, p. 12-17, 2018. Disponível em: <http://revistafacessa.senaaires.com.br/index.php/revisa/article/view/298>. Acesso em: 9 dez. 2021.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **A questão da água no Nordeste**. Brasília, DF: CGEE, 2012. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/61861/1/agua-nordeste.pdf>. Acesso em: 5 dez. 2021.

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AWWA – AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WEF – WATER ENVIRONMENT FEDERATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 23. ed. Washington, D.C.: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, 2017.

ARAÚJO, G. F. R.; TONANI, K. A. A.; JULIÃO, F. C.; CARDOSO, O. O.; ALVES, R. I. S.; RAGAZZI, M. F.; SAMPAIO, C. F.; SEGURA-MUÑOZ, S. I. Qualidade físico-química e microbiológica da água para o consumo humano e a relação com a saúde: estudo em uma comunidade rural no estado de São Paulo. **O Mundo da Saúde**, v. 35, n. 1, p. 98-104, 2011. Disponível em: <https://revistamundodasaude.emnuvens.com.br/mundodasaude/article/view/580>. Acesso em: 7 dez. 2021.

BIRKHEUER, C. F.; ARAÚJO, J.; REMPEL, C.; MACIEL, M. J. Qualidade físico-química e microbiológica da água de consumo humano e animal do Brasil: análise sistemática. **Caderno Pedagógico**, v. 14, n. 1, p. 134-145, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.22410/issn.1983-0882.v14i1a2017.1423>.

BORTOLI, J.; REMPEL, C.; MACIEL, M. J.; SALVI, L. C. Qualidade físico-química da água em propriedades rurais com produção de leite no vale do Taquari-RS. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 39, n. 1, p. 81-102, 2017. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/4464>. Acesso em: 8 dez. 2021.

BOZZINI, A. C.; PRADO, F. C. O.; PEREIRA, J. P.; BORRI, M.; PASCHOALADO, C. F. P. R. Análise da sustentabilidade hidroambiental dos municípios com sede totalmente contida na bacia hidrográfica do Rio Mogi Guaçu, SP. **Holos Environment**, v. 18, n. 1, p. 110-126, 2018. DOI: <https://doi.org/10.14295/holos.v18i1.12256>.

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**: seção 1, Brasília, DF, ano 159, n. 85, p. 126-136, 7 maio 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 27 dez. 2021.

CAMPOS, D. A. G.; FRANCO, J. M.; ABREU FILHO, B. A.; BERGAMASCO, R.; YAMAGUCHI, N. U. Avaliação da qualidade da água destinada ao consumo humano em Instituição de Ensino. **Revista Vale**, v. 15, n. 1, p. 289-298, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5892/ruvrd.v15i1.3340>.

CAMPOS; J. C.; NUCCI, J. C. Protocolo de avaliação rápida: uma proposta para rios urbanos. **Revista Geografar**, v. 14, n. 2, p. 267-286, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/geografar.v14i2.59176>.

CEMADEN – CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS. **Mapa interativo**: Dados pluviométricos da Ilhéus-BA de

2020 e 2021. Disponível em: <http://www.cemaden.gov.br/mapainterativo/#>. Acesso em: 24 maio 2021.

GASPAR, J. C.; SILVA, G. S.; SILVA, M. L. A.; SILVA, W. F. N.; CONCEIÇÃO, G. M. Degradações ambientais no Riacho Ouro em trechos da zona rural do município de Caxias, Maranhão. **Agrarian Academy**, v. 3, n. 6, p. 150-160, 2016. DOI: http://dx.doi.org/10.18677/agrarian_academy_2016b19.

GOTTI, E. S.; ARGONDIZZI, J. G. F.; SILVA, V. S.; OLIVEIRA, E. A.; BANACO, R. A. O uso de nugges para higienização das mãos como estratégia mitigatória comunitária diante da pandemia de COVID-19. **Revista Brasileira de Análise do Comportamento - ReBAC**, v. 15, n. 2, p. 132-139, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.18542/rebac.v15i2.8766>.

GUIMARÃES, P. P.; SOUZA, S. M.; FIEDLER, N. C.; SILVA, A. G. Análise dos impactos ambientais de um incêndio florestal. **Agrarian Academy**, v. 1, n. 1, p. 38-60, 2014. DOI: http://dx.doi.org/10.18677/agrarian_academy_2014_005.

HILL, M. J.; HASSALL, C.; OERTLI, B.; FAHRIG, L.; ROBSON, B. J.; BIGGS, J.; SAMWAYS, M. J.; USIO, N.; TAKAMURA, N.; KRISHNASWAMY, J.; WOOD, P. J. New policy directions for global pond conservation. **Conservation Letters**, v. 11, n. 5, e12447, Sept./Oct. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/cons.12447>.

LIMA, P. D. L.; VASCONCELLOS, M. C.; MONTENEGRO, R. C.; BAHIA, M. O.; COSTA, E. T.; ANTUNES, L. M. G.; BURBANO, R. R. Genotoxic effects of aluminum, iron and manganese in human cells and experimental systems: a review of the literature. **Human & Experimental Toxicology**, v. 30, n. 10, p. 1435-444, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1177/09603271110396531>.

LORDELO, L. M. K.; HONGYU, K.; BORJA, P. C.; PORSANI, M. J. Análise fatorial por meio da matriz de correlação de Pearson e policórica no campo das cisternas. **E&S Engineering and Science**, v. 7, n. 1, p. 58-70, 2018. DOI: <https://doi.org/10.18607/ES201875266>.

MACEDO, T. L.; REMPEL, C.; MACIEL, M. J. Análise físico-química e microbiológica de água de poços artesianos em um município do Vale do Taquari-RS. **Revista Tecno-Lógica**, Santa Cruz do Sul, v. 22, n. 1, p. 58-65, 2018. DOI: <https://doi.org/10.17058/tecnolog.v22i1.10447>.

MACHADO, H. A.; OLIVEIRA, C. V.; OLIVEIRA, F. S.; CÔRREA, G. R. O papel da litologia nos atributos físicos, químicos e mineralógicos dos Solos Periféricos do Brasil. **Caderno de Geografia**, v. 29, n. 57, p. 510-525, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2019v29n57p510-525>.

MALINCONICO, M. C. K. C. L. Adesão à higienização das mãos como controle de infecção hospitalar na pandemia de COVID-19: revisão bibliográfica. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 9, e18410917848, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i9.17848>.

MELLO, P. F. **Assentamentos rurais no Brasil: uma releitura**. Brasília: Embrapa, 2016. *E-book*.

MENDONÇA, M. H. M.; ROSENO, S. A. M.; CACHOEIRA, T. R. L.; SILVA, A. F.

S.; JÁCOME, P. R. L. A.; JÁCOME JÚNIOR, A. T. Análise bacteriológica da água de consumo comercializada por caminhões-pipa. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, n. 3, p. 468-475, maio 2017. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1934>.

NICASIO, K. L.; SANTOS, F. M. B.; SILVA, K. M. A.; MARTINS, J. S. C.; CAJAÍBA, R. L. Avaliação ambiental de lagoas naturais e artificiais no município de Buriticutu, MA. **Enciclopédia Biosfera**, v. 16, n. 29, p. 1772-1782, 2019. DOI: https://doi.org/10.18677/EnciBio_2019A136.

OLIVEIRA FILHO, E. C. Queimadas e recursos hídricos: efeitos das cinzas sobre os ecossistemas aquáticos. 2019. **Embrapa Cerrados**, 26 out. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/56780861/artigo---queimadas-e-recursos-hidricos-efeitos-das-cinzas-sobre-os-ecossistemas-aquaticos>. Acesso em: 26 jan. 2021.

PARRELA, L. S.; SANTOS, D. C. T. Avaliação da eficiência do elemento filtrante zeólito na remoção de ferro e manganês no tratamento da água para consumo humano. **Revista Científica Semana Acadêmica**, Fortaleza, n. 84, 7 jun. 2016. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/artigo/avaliacao-da-eficiencia-do-elemento-filtrante-zeolito-na-remocao-de-ferro-e-manganes-no>. Acesso em: 13 dez. 2021.

PARRON, L. M.; MUNIZ, H. F.; PEREIRA, C. M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. (Documentos, n. 232). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/921050/manual-de-procedimentos-de-amostragem-e-analise-fisico-quimica-de-agua>. Acesso em: 1 dez. 2021.

PATIAS, I. S.; MICHELON, L.; ROSA, F. P.; SOARES, L. B.; RESMIN, C. M.; TUSI, M. M. Análise físico-química e microbiológica de águas subterrâneas utilizadas no abastecimento de zonas rurais de Jaguari, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Perspectiva**, Erechim, v. 40, n. 151, p. 73-82, 2016. Disponível em: https://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/151_585.pdf. Acesso em: 29 dez. 2021.

PEREIRA, S. F. P.; COSTA, A. C.; CARDOSO, E. S. C.; CÔRREA, M. S. S.; ALVES, D. T. V.; MIRANDA, R. G.; OLIVEIRA, G. R. F. Condições de potabilidade da água consumida pela população de Abaetetuba-Pará. **REA – Revista de Estudos Ambientais**, v. 12, n. 1, p. 50-62, 2010. Disponível em: <https://proxy.furb.br/ojs/index.php/rea/article/view/1783>. Acesso em: 29 jan. 2021.

PIASENTIN, F. B.; SAITO, C. H. Os diferentes métodos de cultivo de cacau no sudeste da Bahia, Brasil: aspectos históricos e percepções. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi: Ciências Humanas**, v. 9, n. 1, p. 61-78, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1981-81222014000100005>.

PORCY, C.; COSTA, T. S.; NASCIMENTO, V. H. P. C.; MONTEIRO, V. S.; NOGUEIRA, J. N.; MENEZES, R. A. O. Avaliação microbiológica da água de consumo de casas localizadas em área alagada em um município do estado Amapá. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 12, n. 4, p. 1-9, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.25248/reas.e2938.2020>.

RIBEIRO, T. G.; BOAVENTURA, G. R.; CUNHA, L. S.; PIMENTA, S. M. Estudo da qualidade das águas por meio da correlação de parâmetros físico-químicos, bacia hidrográfica do Ribeirão Anicuns. **Geochimica Brasiliensis**, v. 30, n. 1, p. 84-94, 2016. DOI: <https://doi.org/10.21715/GB2358-2812.2016301084>.

ROBERTO, M. C.; GUIMARÃES, A. P. M.; RIBEIRO, J. L.; CARVALHO, A. V.; NERES, J. C. I.; CERQUEIRA, F. B. Avaliação do pH, turbidez e análise microbiológica da água do córrego Guará Velho em Guaraí, estado do Tocantins. **Desafios – Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, v. 4, n. 4, p. 3-14, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.20873/uft.2359-3652.2017v4n4p3>.

ROCHA, J. V. C. Análise dos impactos ambientais provocados por incêndios no estado da Califórnia de 1999 a 2017. **Investigaciones Geográficas**, v. 55, p. 147-163, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5354/0719-5370.2018.48539>.

SANTIN, J. R.; GOELLNER, E. A gestão dos recursos hídricos e a cobrança pelo seu uso. **Sequência: Estudos Jurídicos e Políticos**, v. 34, n. 67, p. 199-221, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5007/2177-7055.2013v34n67p199>.

SANTOS, E. C. O.; GOMES, A. C. C. O.; SANTOS, C. O.; LEMKE, A. P. Análise da qualidade da água destinada ao consumo humano em comunidade rural no município de Coxim/MS. **Holos Environment**, v. 20, n. 3, p. 423-441, 2020. DOI: <https://doi.org/10.14295/holos.v20i3.12394>.

SCORSFAVA, M. A.; SOUZA, A.; STOFER, M.; NUNES, C. A.; MILANEZ, T. V. Qualidade físico-química da água de abastecimento da região do Vale do Ribeira, SP. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 72, n. 1, p. 81-86, 2013. Disponível em: <https://periodicos.saude.sp.gov.br/index.php/RIAL/article/view/32899>. Acesso em: 16 dez. 2021.

SILVA, A. B.; BRITO, J. M.; SILVA FILHO, E. D. Inspeção microbiológica da água de um poço artesiano localizado no Sítio Macacos na zona rural de Areia-PB, Brasil. **Revista Águas Subterrâneas**, v. 34, n. 1, p. 1-7, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.14295/ras.v34i1.29770>.

SILVA, E. R. M.; COSTA, L. G. S.; SILVA, A. S.; SOUZA, E. C.; BARBOSA, I. C. C. Caracterização físico-química, química e quimiométrica de águas subterrâneas dos aquíferos Pirabas e Barreiras em municípios do estado do Pará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 3, p. 1026-1041, 2018. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v11.3.p1026-1041>.

SOUZA, W. B.; MELO, L. P.; LIMA, L. C. S.; SOUZA, D. C.; TEXEIRA, T. T. Mapeamento e avaliação da potabilidade de água proveniente de fontes alternativas de captação na cidade de Astolfo Dutra. **Revista Águas Subterrâneas**, v. 32, n. 3, p. 1-7, 2018. DOI: <https://doi.org/10.14295/ras.v32i3.29179>.

WANG, H.; MASTERS, S.; EDWARDS, M. A.; FALKINHAM III, J. O.; PRUDEN, A. Effect of disinfectant, water age, and pipe materials on bacterial and eukaryotic community structure in drinking water biofilm. **Environmental Science & Technology**, v. 48, n. 3, p. 1426-1435, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1021/es402636u>.

YAMAGUCHI, M. U.; CORTEZ, L. E. R.; OTTONI, L. C. C.; OYAMA, J. Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino em Maringá-PR. **O Mundo da Saúde**, v. 37, n. 3, p. 312-320, 2013. Disponível em: <https://revistamundodasaude.emnuvens.com.br/mundodasaude/article/view/427>. Acesso em: 29 jan. 2021.

ZOPPAS, F. M.; BERNARDES, A. M.; MENEGUZZI, A. Parâmetros operacionais na

remoção biológica de nitrogênio de águas por nitrificação e desnitrificação simultânea.
Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 21, n. 1, p. 29-42, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41520201600100134682>.