QUALIDADE DE FONTES DE ABASTECIMENTO DE UMA PROPRIEDADE RURAL EM FRANCISCO BELTRÃO

Bruno Henrique DRUN[1], Rodrigo LINGNAU[2], Ticiane Sauer POKRYWIECKI[3]

[1]Programa de Pós-Graduação em Engenhria Ambiental: Análise e Tecnologia Ambiental
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *Campus* Francisco Beltrão
Francisco Beltrão – Paraná - Brasil

[2] Departamento Acadêmico de Química e Ciências Biológicas
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *Campus* Francisco Beltrão
Francisco Beltrão – Paraná - Brasil

[3] Departamento Acadêmico de Engenharias
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *Campus* Francisco Beltrão
Francisco Beltrão – Paraná - Brasil

E-mails: brunodrun@alunos.utfpr.edu.br, rodrigolingnau@gmail.com, ticiane@utfpr.edu.br

Resumo: *A água é um dos recursos naturais mais importantes para a sobrevivência dos seres vivos, porém apenas 2,5% de toda a água do planeta é doce e apta para o consumo humano, sendo que menos de 0,3% está disponível para o consumo. Na área rural brasileira, muitas propriedades não são atendidas pelo sistema de saneamento básico e o abastecimento de água ocorre através de poços rasos e nascentes, no entanto muitos estão contaminados. O objetivo do trabalho foi avaliar, caracterizar e monitorar a qualidade da água da nascente utilizada como fonte para abastecimento de uma propriedade rural em Francisco Beltrão - PR. As análises foram realizadas entre os meses de maio a outubro de 2022 e incluíram análises físico-químicas, microbiológicas e de toxicidade. As análises físico-químicas apresentaram variação em decorrência da chuva e do uso e manejo do solo no período analisado. Quanto às análises microbiológicas, verificou-se a presença de coliformes totais e termotolerantes, mas após o isolamento da área da nascente, a contaminação microbiológica reduziu até chegar a zero em outubro. Nos ensaios de toxicidade aguda com Artemia salina L., os resultados obtidos indicaram que a água não apresenta características inibidoras à sobrevivência do bioindicador. Com base nos resultados, ressalta-se a importância da adoção de um sistema de desinfecção da água utilizada para consumo humano e a realização de reformas nas estruturas de proteção e coleta de água, visando reduzir a possibilidade de contaminação da água e a transmissão de doenças de veiculação hídrica.*

Palavras-chave: *Agricultura familiar; nascentes; potabilidade.*

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural precioso para a sobrevivência de todos os seres vivos, pois é um dos seus principais constituintes (ALEMÃO, 2015). No entanto, apesar de ser abundante, cerca de 97,5% é salgada e imprópria para o consumo humano. Dos 2,5% de água doce restantes, a maior parte está nas geleiras, na atmosfera ou presa no subsolo (ANA, 2022), restando apenas 0,3% disponível para o consumo (SIQUEIRA; LIMA; SANTOS, 2022). O consumo de água doce aumentou cerca de seis vezes ao longo do último século e vem avançando a uma taxa de 1% ao ano (UNESCO, 2021). A poluição hídrica e a falta de preservação dos mananciais vêm agravando o estresse sobre os recursos hídricos (ALEMÃO, 2015).

Na maioria das propriedades da agricultura familiar brasileira o abastecimento ocorre através das fontes alternativas, como poços rasos e nascentes, devido às dificuldades logísticas e a falta de investimento público ao acesso da população rural ao saneamento básico e à água tratada (SCALIZE *et al*., 2014). Porém muitas dessas fontes apresentam baixa qualidade ou estão contaminadas, representando risco à saúde (COELHO *et al*., 2017).

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar e monitorar, por meio dos parâmetros físico-químicos, microbiológicos e ensaios de toxicidade a qualidade da água de fontes utilizada no abastecimento de uma propriedade localizada na área rural de Francisco Beltrão - PR.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A região Sudoeste do Paraná situa-se na unidade hidrográfica do Baixo Iguaçu e na unidade aquífera Serra Geral do Sul, a qual é propícia para a constituição de um abundante sistema hidrográfico superficial, devido a água encontrar-se nas fissuras das rochas, culminando na abundância de córregos, ribeirões e nascentes (CAMPOS, 2009). No entanto, os mananciais dessa formação são extremamente frágeis ao desmatamento e mau uso do solo, resultando na redução ou desaparecimento destes (CAMPOS, 2009).

As nascentes são oriundas do afloramento natural do lençol freático, resultantes da infiltração no solo de parcelas das precipitações, dando origem a uma fonte de água

(RAGAZZAN & GRABASKI, 2009). Quando a água infiltra, ela passa por um processo natural de filtragem devido às várias camadas do solo que servem como barreira natural à contaminação física, química e microbiológica (SAMPAIO *et al*., 2019).

Embora a água que surge dos aquíferos subterrâneos e do lençol freático possa ser uma fonte alternativa e potável para o abastecimento na área rural, diversas causas podem causar sua contaminação por microorganismos patogênicos ou substâncias tóxicas. Por isso, é recomendado que passe por algum tratamento antes de ser consumida, visando garantir sua potabilidade (SAMPAIO *et al*., 2019).

A contaminação por bactérias prejudiciais à saúde e a redução da qualidade da água de fontes alternativas pode ocorrer devido a vedação inadequada dos sistemas de captação ou pela proximidade de fontes de contaminação com os corpos d'água, como as fossas negras, pastagens, áreas de travessia de animais, chiqueiros, esterqueiras e lavouras, pois a matéria orgânica, fertilizantes químicos, agrotóxicos e fezes podem ser carreados pelo escoamento superficial ou infiltrar no solo, contaminando tanto os mananciais subterrâneos quanto os superficiais (NUNES *et al.*, 2010).

Na área rural, infelizmente devido à falta de conhecimento sobre as doenças de veiculação hídrica e demais problemas relacionados à água contaminada, o conceito de qualidade é atribuído apenas pelo aspecto visual e paladar (NUNES *et al*., 2010), assim as fontes alternativas de abastecimento são utilizadas sem garantia de qualidade e potabilidade. No entanto, a limpeza e desinfecção dos reservatórios contribui significativamente para evitar o consumo de água contaminada (CAVALCANTE, 2014).

Para ser considerada potável e própria para o consumo, a água deve atender aos parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e radioativos estabelecidos pelo padrão de potabilidade definido na legislação brasileira (RAGAZZAN & GRABASKI, 2009; BRASIL, 2014). As principais legislações que dispõem sobre os padrões de potabilidade são a Resolução CONAMA n° 357 de 17 de março de 2005 e a Portaria GM/MS n° 888 de 04 de maio de 2021.

A Resolução CONAMA n° 357/2005 estabelece as diretrizes ambientais para classificação dos corpos de água e seu enquadramento, além de definir as 22 condições e padrões de lançamento de efluentes (BRASIL,2005). Já a Portaria GM/MS n° 888/21

alterou o anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS n° 05/2017, que define o padrão de potabilidade para água de consumo humano e estabelece cerca de 130 parâmetros para controle da potabilidade. A portaria também dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano (BRASIL, 2021).

METODOLOGIA

O município de Francisco Beltrão está localizado na região sudoeste do estado do Paraná. Grande parte do município situa-se na bacia hidrográfica do Rio Chopim, um dos afluentes do Rio Iguaçu, assim as áreas de várzea ocupam boa parte do território (FRANCISCO BELTRÃO, 2017), com relevo caracterizado como levemente ondulado, com solos de boa aptidão agrícola. (EMBRAPA, 2018).

As amostras foram coletadas mensalmente, entre maio a outubro de 2022, com recipientes limpos e esterilizados, sendo encaminhadas logo após a coleta para a Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Francisco Beltrão. Foram realizadas as análises físico-químicas e microbiológicas de pH, condutividade elétrica, cor Pt-Co, turbidez, demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo, fosfato, nitrogênio, coliformes totais e coliformes termotolerantes, de acordo com os processos de amostragem descritos no "Standard Methods" (APHA, 2017), sendo que todas realizadas nos Laboratórios de Águas e Efluentes e de Microbiologia.

Para avaliar a toxicidade da nascente, foram realizados ensaios de ecotoxicidade com o bioindicador *Artemia salina* L., seguindo a metodologia proposta por Guerra (2001) com modificações baseadas na ABNT NBR 13373. A análise estatística foi realizada com os valores médios e desvios-padrões de mortalidade, utilizando o Teste de Tukey ao nível de significância de 5% (n=3), com auxílio do programa R Studio e Software R. As análises foram realizadas nos meses de agosto e outubro, que são os meses com a menor e maior precipitação acumulada, respectivamente, segundo o índice histórico de precipitação obtido da estação meteorológica de Francisco Beltrão, do Instituto de Desenvolvimento Rural do Estado do Paraná para o período de 1974 a 2020 (IDR-Paraná, 2022).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As coletas foram realizadas sempre na primeira quinzena de cada mês. Em maio, a coleta foi realizada após alguns dias de chuva. Em junho, após um período de estiagem. Em julho, ocorreram algumas precipitações pouco expressivas alguns dias antes da coleta. Já em agosto, a coleta ocorreu dois dias após precipitação de 150 mm. Por fim, nos meses de setembro e outubro, as coletas ocorreram em períodos com chuva regular. Quanto aos resultados obtidos, estes foram comparados com os valores máximos permitidos estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2005 e na Portaria GM/MS n° 888/2021 para água potável, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Resultado dos parâmetros físico-químicos para a nascente.

Parâmetros		Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Portaria MS 888/2021	CONAMA 357/2005
pH		6,21	6,27	6,32	6,19	6,17	6,15	6,0 a 9,5	6,0 a 9,0
Condutividade (uS cm^{-1})		268,87	214,67	220,70	220,30	200,77	193,57	Não se aplica	Não se aplica
Cor (mg Pt-Co L^{-1})	pH normal	15,17	1,28	2,44	4,75	2,44	3,60	15	75
	pH 7,6	18,65	1,28	2,44	4,75	3,60	5,91		
Turbidez (UNT)		14,24	7,36	7,68	7,76	7,52	7,68	5	100
DQO (mgO_2 L^{-1})		5,09	2,84	0,00	0,00	2,57	3,46	Não se aplica	Não se aplica
DBO (mgO_2 L^{-1})		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Não se aplica	5 mg l^{-1} O2
Fósforo (mg L^{-1})		0,27	0,06	0,04	0,11	0,08	0,09	Não se aplica	até 0,03 mg L^{-1} (ambientes lênticos)
Fosfato (PO_4) (mg L^{-1})		0,83	0,17	0,34	0,34	0,24	0,27	Não se aplica	Não se aplica
Nitrogênio	%	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	Não se aplica	3,7 mg L^{-1} (pH ≤ 7,5); 2,0 mg L^{-1} (7,5 < pH ≤ 8,0); 1,0 mg L^{-1} (8,0< pH ≤ 8,5) e 0,5 mg L^{-1} (pH > 8,5)
	mg mL^{-1}	1,95	0,43	0,39	1,49	0,31	0,26		
	mg L^{-1}	19,48	4,32	3,87	14,93	3,08	2,59		
Coliformes totais (NMP/100ml)		12	9,2	9,2	12	3,6	0	Ausência em 100 mL	-
Coliformes termotolerantes (NMP/100ml)		16,1	6,9	>23	23	0	0		

Fonte: Autoria própria (2023)

Na semana da coleta das amostras, ocorreu uma precipitação com acumulados acima de 100 mm, contribuindo para a contaminação da água com nutrientes, restos

vegetais e partículas do solo, por meio da lixiviação, infiltração e, principalmente, pelo escoamento superficial, em que o reservatório de água utilizado para coleta de água diretamente no local da nascente foi atingido pela enxurrada. No momento da coleta da amostra, foram identificados restos vegetais e grande quantidade de solo dentro do reservatório.

Com exceção do pH e dos coliformes, os demais parâmetros apresentaram o valor mais expressivo no mês de maio. Isso pode ter relação com as atividades agrícolas e eventos de precipitação, pois entre final de abril e início de maio houve a correção do pH do solo e o plantio de lavouras de trigo e aveia em áreas a montante da nascente, com o revolvimento do solo.

No mês de agosto ocorreu o plantio das últimas áreas que estavam descobertas com a cultura da aveia, além da ocorrência de precipitações com volumes acumulados significativos ao longo do mês. Esses registros podem ter relação com os valores mais elevados dos parâmetros cor, turbidez, fósforo e nitrogênio, indicando a interferência entre o uso do solo e a precipitação com a qualidade da água.

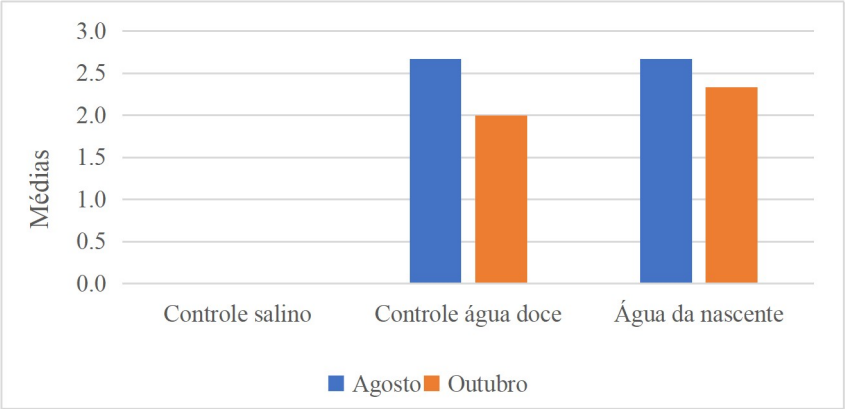
Em junho, o reservatório foi limpo e foram realizadas melhorias ao redor para evitar a contaminação por enxurradas. A área também foi isolada para o acesso de bovinos, que circulavam livremente a menos de dois metros da nascente, contribuindo para a contaminação biológica. Nas análises seguintes, verificou-se redução significativa dos valores dos parâmetros analisados, principalmente da cor e DQO. A DQO chegou a zero em julho e agosto, mas voltou a ser registrada em setembro, indicando necessidade de nova limpeza no local. Durante o monitoramento não foi registrado DBO na água, o que indica que a contaminação ocorreu principalmente por matéria inorgânica.

O pH manteve-se praticamente constante, com valores ligeiramente mais altos nos períodos de estiagem (junho e julho). Já a condutividade apresentou redução ao longo do monitoramento e a turbidez não variou significativamente após a melhoria na estrutura de captação, mesmo com a ocorrência de precipitações expressivas em agosto e outubro.

Quanto aos coliformes, mesmo após o isolamento da área em junho, a contaminação por coliformes termotolerantes seguiu até agosto e por coliformes totais até setembro de 2023. Indicando que a contaminação microbiológica da área necessitou um

período maior para ser eliminada, provavelmente devido a presença das fezes dos animais no entorno, servindo como foco de contaminação.

Figura 1 - Número médio de organismos mortos em cada tratamento.

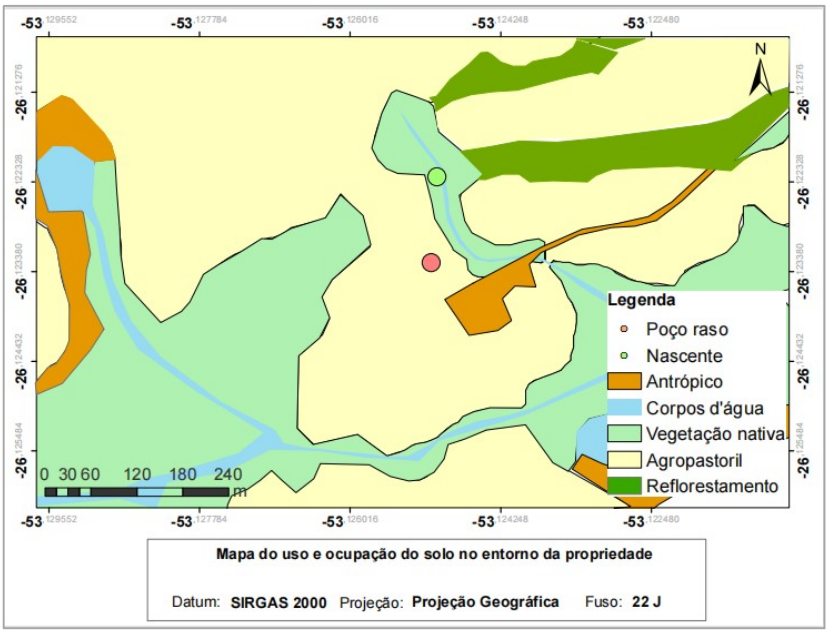


Fonte: Autoria própria (2023)

Para o teste de ecotoxicidade, em ambas as análises a mortalidade de indivíduos permaneceu praticamente inalterada, com uma leve queda na mortalidade média no tratamento controle com água doce e na amostra, no mês de outubro em relação ao mês de agosto, como pode ser observado na Figura 1. Considerando o teste de Tukey, com nível de significância de 5%, a mortalidade de organismos, não apresentou diferença significativa em relação ao tratamento controle positivo (água doce), somente em relação ao controle negativo (salino), indicando que a água não apresentou ação tóxica aguda ao bioindicador.

A pratica da agricultura e pecuária no entorno (Figura 2) pode contribuir para a degradação da qualidade da água e para sua contaminação, através da presença de nutrientes em excesso, substâncias tóxicas, contaminantes e organismos patogênicos. As áreas do sistema agropastoril localizadas acima da nascente também contribuem para a interferência na qualidade da água, pois como essas áreas estão situadas em cotas topográficas superiores e pertencem a mesma bacia de drenagem, a água que infiltra e que escoa superficialmente carrega consigo os poluentes, nutrientes e contaminantes presentes no solo, os quais podem atingir as fontes de abastecimento a jusante.

Figura 2 - Uso e ocupação do solo no entorno da área de estudo.



Fonte: Autoria própria (2023)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do monitoramento da qualidade da água foi possível verificar a influência do uso, manejo e ocupação do solo no entorno sobre a qualidade da água, além da influência da precipitação e do escoamento superficial ao atingir o reservatório utilizado para coleta. No entanto após limpeza, melhorias na estrutura de proteção e isolamento do entorno, houve redução significativa da cor, turbidez, DQO e da contaminação por coliformes totais e termotolerantes.

A água da nascente não apresentou toxicidade aguda, não representando riscos a saúde após exposição e consumo. Também se constatou que a vazão apresenta influência direta com o regime de chuva, indicando a necessidade de planejar seu consumo em períodos de seca.

A água apresentou qualidade inferior a adequada para consumo, sendo que muitas outras propriedades rurais podem estar utilizando água contaminada para abastecimento, sem nenhum tratamento prévio, o que pode resultar na ocorrência de doenças de veiculação hídrica. Assim torna-se necessário estudar possíveis indicadores a serem adotados pelos

agricultores para avaliar a qualidade das fontes de abastecimento, os quais apresentem facilidade de aplicação e baixo custo.

REFERÊNCIAS

ALEMÃO, A. B.. *Proteção de Nascentes à Base de Solo Cimento*. 1. ed. Curitiba: Instituto Emater, 2015. 20 p.

ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico). Água no mundo: Situação da Água no Mundo. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/cooperacao-internacional/agua-no-mundo. Acesso em: 18 abr. 2022.

APHA. AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. *Standard methods for examination of water and wastewater*. 23.th. Washington: American Public Health Association, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *ABNT NBR 13373*: Ecotoxicologia aquática — Toxicidade crônica — Método de ensaio com Ceriodaphnia spp (Crustacea, Cladocera). Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. *Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS*. Brasília: Funasa, 2014. 112 p.. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/biblioteca-eletronica/publicacoes/saude-ambiental/-/asset_publisher/G0cYh3ZvWCm9/content/manual-de-controle-da-qualidade-da-agua-para-tecnicos-que-trabalham-em-etas?inheritRedirect=false. Acesso em 16 abr. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA. *Resolução n° 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. Brasília, 18 mar. 2015. Disponível em: conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=450. Acesso em 27 mai. 2022.

BRASIL. *Portaria de Consolidação GM/MS n. 888, de 04 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. Brasília: Casa Civil. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562. Acesso em 14 abr. 2022.

CAMPOS, F. R. *Stress* hídrico no perímetro urbano em municípios da região Sudoeste do Paraná. *Revista Faz Ciência*, v. 11, n. 14, p. 75 - 96, Jul. / Dez. 2009.

CAVALCANTE, R. B. L. Ocorrência de *Escherichia coli* em fontes de água e pontos de consumo em uma comunidade rural. *Revista Ambiente & Água*, Taubaté, v. 9 n. 3, p. 550 - 558, jul. / set. 2014.

COELHO, S. C.; DUARTE, A. N.; AMARAL, L. S.; SANTOS, P. M.; SALLES, M. J.; SANTOS, J. A. A.; SOTERO-MARTINS, A. Monitoramento da água de poços como estratégia de avaliação sanitária em Comunidade Rural na Cidade de São Luís, MA, Brasil. *Revista Ambiente & Água*, Taubaté, v. 12, n. 1, p. 156 - 167, jan. / fev. 2017.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Solos). *Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos*. 5. ed., rev. e ampl. Brasília, DF: EMBRAPA, 2018. 356 p.

FRANCISCO BELTRÃO. Secretaria Municipal de Planejamento/ IPPUB. *Plano Diretor Municipal de Francisco Beltrão*. Francisco Beltrão. 2017. Disponível em: https://www.franciscobeltrao.pr.gov.br/o-municipio/plano-diretor/. Acesso em 20 abr. 2022.

GUERRA, R. Ecotoxicological and chemical evaluation of phenolic compounds in industrial effluents. *Chemosphere*, 8 ed. v. 44, p. 1737 - 1747, set. 2001.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO RURAL DO PARANÁ - IAPAR - EMATER (IDR - PARANÁ). *Dados Meteorológicos Históricos e Atuais*. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento 2022. Disponível em: Dados Meteorológicos Históricos e Atuais | Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (idrparana.pr.gov.br). Acesso em: 16 ago. 2022.

NUNES, A. P.; LOPES, L. G.; PINTO, F. R.; AMARAL, L. A. Qualidade da água subterrânea e percepção dos consumidores em propriedades rurais. *Revista Nucleus*, v. 7 n. 2, p. 95 - 104, out. 2010.

RAGAZZON, D.; GRABASKI, C. N. Qualidade da água na região rural de Francisco Beltrão, PR, pela utilização de banco de dados: 1995 a 2005. *Revista Faz Ciência*, v. 11 n. 13, p. 175 - 190, jan. / jun. 2009.

SAMPAIO, C. A. P.; IDE, G. M.; BATALHA, C. P.; PEREIRA, L. P.; BUENO, L. F. Análise técnica de água de fontes rurais. *Revista Engenharia Sanitária Ambiental*, v. 24 n. 2, p. 213 - 217, mar. / abr. 2019.

SCALIZE, P. S.; BARROS, E. F. S.; SOARES, L. A.; HORA, K. E. R.; FERREIRA, N. C.; BAUMANN, L. R. F.. Avaliação da qualidade da água para abastecimento no assentamento de reforma agrária Canudos, Estado de Goiás. *Revista Ambiente & Água*, Taubaté, v. 9 n. 4, p. 696 - 707, out. / dez. 2014.

SIQUEIRA, C. G.; LIMA, T. M.; SANTOS, M.. Potabilidade da água de poços artesianos em comunidades rurais do agreste sergipano. *Revista Águas Subterrâneas*, v. 35, n. 3, 9 p., 2022.

UNESCO WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME (WWAP). *Relatório mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos 2021: o valor da água; fatos e dados*. Paris: UNESCO, 2021. 12 p.. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375751_por. Acesso em 18 mar. 2022.