

Revista
Ciência, Tecnologia & Ambiente

Análise microbiológica das águas de minas de acesso público de Uberaba, Minas Gerais

Microbiological analysis of the water of publicly accessible mines in Uberaba, Minas Gerais

William Raimundo Costa^{1*}, Ariana Thais Duarte¹, Otaviano Mendonça Ribeiro Filho¹, Silvio Roberto da Silva¹, Ana Maria Zanelatto¹

¹ Seção de Vigilância Ambiental em Saúde de Uberaba, Uberaba, MG, Brasil. *Autor para correspondência: williamraimundo.costa@hotmail.com

Como citar: COSTA, W.R.; DUARTE, A.T.; RIBEIRO-FILHO, O.M.; DA SILVA, S.R.; ZANELATTO, A.M., 2021. Análise microbiológica das águas de minas de acesso público de Uberaba, Minas Gerais. *Revista Ciência, Tecnologia & Ambiente*, vol. 11, e11196. <https://doi.org/10.4322/2359-6643.11196>

RESUMO

A água compõe eficiente meio de disseminação de doenças e por isso deve ser exaustivamente monitorada. No presente estudo foram monitoradas 07 minas d'água de acesso público na cidade de Uberaba, Minas Gerais, sendo realizados 07 ensaios microbiológicos semestrais entre os anos de 2017 e 2020, totalizando 56 análises em diferentes períodos sazonais. O método de análise microbiológica foi o de reagente cromogênico, com indicação por coloração da presença de coliformes totais, e fluorescência em câmara escura para *Escherichia coli*. Foi verificado que todos os mananciais estudados apresentaram água imprópria para consumo humano, sendo que em 100% das amostras foram detectados coliformes totais, e destes 67,85% foram confirmativos para presença de *Escherichia coli*, verificando-se maior incidência de *E. coli* no período chuvoso. Considerando os dados verificados no presente estudo conclui-se que as águas das minas estudadas se apresentam impróprias para o consumo humano, representando sério risco à saúde pública.

Palavras-chave: coliformes totais, *Escherichia coli*, mananciais subterrâneos, microbiologia, solução alternativa coletiva.

ABSTRACT

Water is an efficient way of spreading diseases and therefore should be thoroughly monitored. In the present study, 07 publicly accessible water mines were monitored in Uberaba, Minas Gerais, and 07 semiannual microbiological tests were carried out between 2017 and 2020, totaling 56 analyses in different seasonal periods. The microbiological analysis method was chromogenic reagent, with indication by staining of the presence of total coliforms, and fluorescence in dark chamber for *Escherichia coli*. It was verified that all the studied mines presented water inadequate for human consumption. Total coliforms were detected in 100% of the analyses performed and 67.85% of these samples were confirmed with *E. coli* contamination, with a higher incidence of *E. coli* in the rainy season. Considering the data verified in the present study, the water collected of the mines studied are inadequate for human consumption, representing a serious risk to public health.

Keywords: total coliforms, *Escherichia coli*, underground water sources, microbiology, collective alternative solution.



INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização Mundial de Saúde, estima-se que mais de 1 bilhão de pessoas no mundo não tem acesso a fontes de água potável, ao passo que 2,6 bilhões não têm sequer acesso a saneamento básico adequado, o que resulta em aproximadamente 1,7 milhões de mortes por ano (World of Health Organization, 2018). Ainda que, segundo a UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2019), a água potável e saneamento seguros sejam reconhecidos como direitos básicos, sendo estes indispensáveis para uma vida saudável em sociedade a nível mundial, apenas 70% da população mundial têm acesso a água potável segura.

No Brasil a estimativa de pessoas que não possuem acesso a água potável chega a 32 milhões de habitantes, o que corresponde a aproximadamente 17,5% da população do país (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2016). Esses números se tornam uma preocupação ainda maior do ponto de vista da saúde pública, quando verificado que as fontes utilizadas para captação de água destinada ao consumo humano, na maioria das vezes não está acobertada pela necessária preocupação ambiental, determinando que as doenças de veiculação hídrica estejam diretamente ligadas a fatores ambientais como a insuficiência de saneamento básico, deficiência do sistema no abastecimento de água tratada, aumento populacional desenfreado, higiene inadequada e destino indevido dos detritos (Brasil, 2020). Grande parte dessa deterioração dos recursos hídricos e do aumento de doenças de veiculação hídrica estão relacionadas aos esgotos humanos e advém do fato de que as áreas hoje ocupadas por grandes centros urbanos são resultado do desmatamento de grandes áreas, promovendo impermeabilização dos solos, poluição de lençóis freáticos e demais corpos hídricos (Faustino et al. 2014).

Desta forma, a principal preocupação ao se analisar e monitorar a qualidade da água disponível à população, especialmente nos grandes centros urbanos, e também fontes alternativas de água que a mesma tem acesso, é à proteção da saúde pública, o que se justifica em função dos resultados apontados pelos índices referentes a enfermidades de veiculação hídrica, que ocorre em

função da ingestão de microrganismos presentes na água (Oliveira et al., 2015). O consumo de água sem qualquer tipo de tratamento expõe a população que dela faz uso a uma série de doenças sendo a má qualidade dos recursos hídricos está diretamente relacionada a este fator, sendo importante veículo transmissor por intermédio de protozoários, helmintos, bactérias e vírus (Vasconcelos e De Oliveira, 2016).

A avaliação e análise dos recursos hídricos no Brasil, considerando-se o cenário atual de desenvolvimento e suas tendências nos próximos anos, faz parte de um esforço mundial baseado nas iniciativas de várias entidades internacionais (Tucci et al., 2000). Como instrumento norteador dos parâmetros a serem analisados tem-se atualmente a Portaria GM/MS nº 888, de 4 maio de 2021 (Brasil, 2021), que apresenta a alteração do Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, a qual adotamos como instrumento de referência para o presente trabalho, especificamente uma vez que o mesmo se dedica a analisar também a qualidade da água oriunda de fontes de acesso público e que não passam por nenhuma etapa de tratamento.

O elevado crescimento populacional da atualidade tem levado as populações de grandes centros urbanos a consumirem água de minas e bicas sem qualquer tratamento por acreditarem que, por não haver qualquer tipo de manipulação dessas águas, as mesmas estão livres de qualquer tipo de contaminação, apresentando qualidade superior àquela fornecida pelas concessionárias públicas de abastecimento (Silva et al., 2013). No município de Uberaba, MG, esse comportamento não é diferente. Em referida localidade existem diversas minas de água em áreas de fácil acesso, sendo que especificamente sete nascentes são diariamente utilizadas como fontes alternativas de obtenção de água para consumo humano pela população que por questões culturais admitem que essas minas sejam fontes seguras de captação de água.

Sabe-se que o consumo de água de fontes alternativas sem o devido monitoramento e tratamento pode representar risco à saúde e depende-se a necessidade do monitoramento dessas águas, tendo como indicador de qualidade a

presença de coliformes termotolerantes, que podem, além de demonstrar a qualidade das águas consumidas, indicar que houve contaminação recente por despejo de esgoto doméstico, presença de animais no local, dentre outros (Zonta et al. 2008; Cunha et al. 2010). Coliformes termotolerantes ou coliformes totais são bactérias que detêm a capacidade de fermentar a lactose produzindo gases em temperaturas próximas dos 44 °C, sendo sua principal representante *Escherichia coli* que, quando presente indica contaminação fecal da água e sua presença na água indica que esta apresenta condições insatisfatórias de higiene, não devendo ser consumida (Guerra, 2017).

Considerando que a qualidade da água é fator fundamental para a manutenção da saúde da população, a Portaria GM/MS nº 888, de 4 maio de 2021, determina, dentre os padrões de potabilidade da água para consumo humano, que o microbiológico deve estar em conformidade com o exigido pela legislação, não sendo tolerado a presença da bactéria *Escherichia coli* em pontos de consumo. Diante desse cenário e da escassez de informações acerca desses mananciais, essas sete minas foram alvo de estudo do presente trabalho, que buscou verificar os níveis de contaminação por bactérias que compõem o parâmetro coliformes totais, segundo a legislação vigente, bem como a presença de *Escherichia coli* em todas as amostras coletadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas 7 coletas semestrais em sete diferentes minas de acesso público no município de Uberaba, MG, entre o segundo semestre do ano de 2017 e o primeiro semestre do ano de 2020, totalizando 56 coletas ao longo de quatro anos de estudos. As coletas consistiram em uma amostra por mina, as quais foram realizadas em diferentes períodos sazonais (período chuvoso e seco), tendo sido verificados os padrões

Coliformes Totais e *Escherichia coli*. Desta forma, foram realizados 112 ensaios microbiológicos, sendo 56 para coliformes totais e 56 para *E. coli*. Para a confirmação da presença de *E. coli* as amostras foram verificadas em câmara escura onde, se detectado fluorescência, tem-se resultado positivo para referido parâmetro.

As análises microbiológicas foram realizadas utilizando o reagente *Colilert*®, sendo este um substrato cromogênico definido, que apresenta resultados confirmativos para presença de Coliformes Totais e *Escherichia coli* em 24 horas pelo desenvolvimento de coloração amarela e observação de fluorescência, sem necessidade da adição de outros reagentes para confirmação. Este método é aprovado pelo EPA (*Environmental Protection Agency*), incluído no *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (Carranzo, 2012).

As minas foram determinadas em função de sua utilização massiva pela população de suas proximidades e algumas utilizadas por populações mais distantes (Tabela 1). A mina d'água correspondente ao P1 se localiza às margens de perímetro urbano, em local de implantação de loteamento de chácaras, na Rodovia MG-190 (Figura 1). As minas correspondentes aos pontos P2, P3, P4 e P5 estão localizadas em áreas tipicamente residenciais e as minas correspondentes aos pontos P6 e P7 se localizam em área urbana, contudo, em áreas de matas localizadas nos bairros Univerdecidade e Tancredo Neves, respectivamente.

A caracterização dos pontos de cada mina, elaborada a partir da verificação das áreas *in loco*, foi realizada com o intuito de se identificar possíveis fontes de contaminação, sejam naturais ou antrópicas, o que poderá contribuir para medidas de remediação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises realizadas permitiram verificar os níveis de contaminação microbiológica das minas de acesso

Tabela 1. Localização das minas de acesso público.

Ponto de coleta amostral	Localização (coordenadas geográficas)
P1	Rodovia MG 190a, km 2 (19°42'11.16"S,47°53'21.38"O)
P2	Mina d'água Bairro Maringá (19°45'32.08"S,47°53'1.65"O)
P3	Mina d'água Bairro Cartafina (19°45'58.41"S, 47°54'32.43"O)
P4	Mina d'água Bairro Santa Maria (19°45'12.92"S,47°57'17.82"O)
P5	Mina d'água Bairro Beija-flor (19°45'16.97"S,47°59'5.47"O)
P6	Mina d'água Bairro Univerdecidade (19°43'51.08"S,47°56'57.84"O)
P7	Mina d'água Bairro Tancredo Neves (19°43'36.74"S,47°56'36.31"O)



Figura 1. Mapa da distribuição dos pontos de coletas. P1: mina d'água MG 190a; P2: mina d'água Bairro Maringá; P3: mina d'água Bairro Cartafina; P4: mina d'água Bairro Santa Maria; P5: mina d'água Bairro Beija-flor; P6: mina d'água Bairro Univerdecidade; P7: mina d'água Bairro Tancredo Neves.

Tabela 2. Resultados das análises por períodos entre os anos de 2017 a 2020.

Pontos	2017 - 1º /sem (chuvoso)	2017 - 2º /sem (seco)	2018 - 1º /sem (chuvoso)	2018 - 2º /sem (seco)	2019 - 1º /sem (chuvoso)	2019 - 2º /sem (seco)	2020 - 1º /sem (chuvoso)	2020 - 2º /sem (seco)
	C totais / E. coli	C totais / E. coli	C totais / E. coli	C totais / E. coli	C totais / E. coli	C totais / E. coli	C totais / E. coli	C totais / E. coli
P1	+ / -	+ / +	+ / +	+ / -	+ / -	+ / -	+ / -	+ / -
P2	+ / +	+ / +	+ / -	+ / +	+ / +	+ / -	+ / +	+ / -
P3	+ / +	+ / +	+ / +	+ / -	+ / -	+ / -	+ / +	+ / -
P4	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / -	+ / +	+ / +	+ / -
P5	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / -
P6	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +
P7	+ / +	+ / -	+ / -	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +

P1: mina d'água MG 190a; P2: mina d'água Bairro Maringá; P3: mina d'água Bairro Cartafina; P4: mina d'água Bairro Santa Maria; P5: mina d'água Bairro Beija-flor; P6: mina d'água Bairro Univerdecidade; P7: mina d'água Bairro Tancredo Neves. Presente (+); Ausente (-).

público que foram alvo do presente estudo, possibilitando o conhecimento de seu padrão de potabilidade, de acordo com a legislação vigente, para os parâmetros estudados.

Sendo assim, verificou-se que dos 112 ensaios microbiológicos (56 para verificação de coliformes totais e 56 para verificação de *E. coli*), 100% resultaram em positivo para coliformes totais, e destes, 67,85%, apresentaram resultado positivo para presença de *E. coli* (Tabela 2), demonstrando fluorescência em câmara escura, com a utilização de luz ultravioleta (Figura 2).

Quando analisados os resultados por sazonalidade é observado que no período chuvoso existe um aumento moderado no percentual de amostras contaminadas por *E. coli*, ao passo que para as amostras contaminadas por coliformes totais obteve-se 100% de contaminação tanto no período seco, como no chuvoso. Este comportamento se assemelha ao verificado por Freitas e De Almeida (1998), estudando a sazonalidade de organismos coliformes em áreas densamente povoadas com saneamento básico precário, em que verificaram que no período chuvoso esses

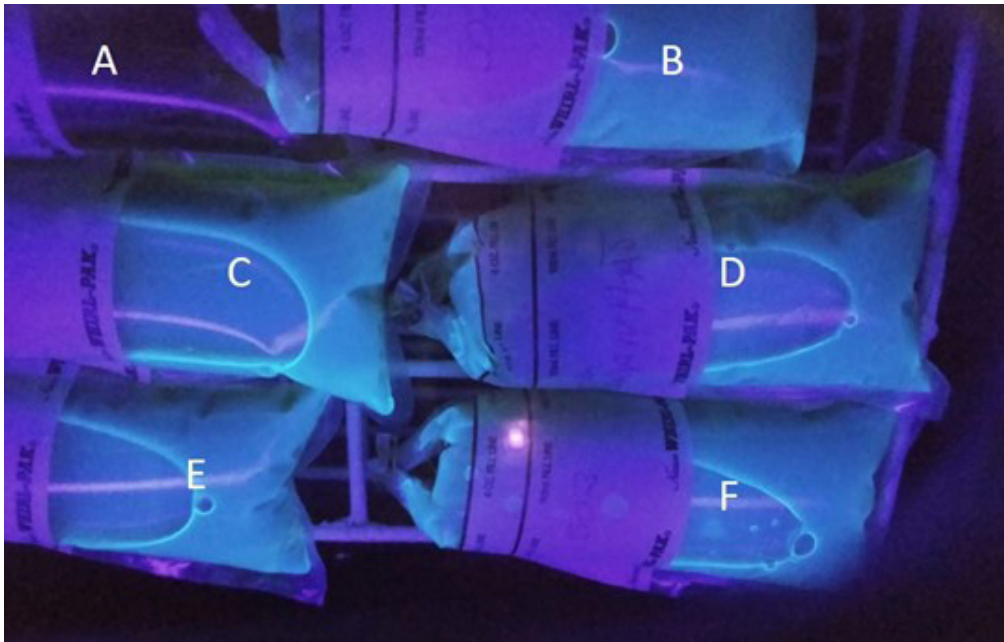


Figura 2. Teste de fluorescência em amostras microbiológicas em câmara escura: A) Amostra não confirmativa para presença de *E. coli* (sem fluorescência); B, C, D, E e F) Amostras confirmativas para presença de *E. coli* (com fluorescência). Fonte: do Autor, 2020.

organismos apresentavam contagem de microrganismos muito superior quando comparados aos resultados obtidos no período seco e associaram esse dado ao fato de que no período chuvoso as instalações urbanas não eram capazes de verter todo o esgoto humano o que acabava por contaminar os mananciais próximos uma vez que atingiam os lençóis freáticos rasos. Silva e Araújo (2003), também verificaram resultados semelhantes aos observados no presente estudo quando estudaram poços utilizados como fontes alternativas de água para consumo humano em Feira-de-Santana, no estado da Bahia, sendo observado que em aproximadamente 91% das amostras foram verificados coliformes totais, e destas 66% com confirmação para *E. coli*, sendo apontado pelos autores que o manancial profundo naquele centro urbano se encontrava contaminado e, por consequência, impróprio para consumo humano. Considerando os resultados para coliformes totais, De Souza et al. (2018), também verificaram resultados semelhantes aos observados no presente estudo quando analisaram fontes alternativas de captação de água para consumo humano na cidade de Astolfo Dutra, na região da Zona da Mata em Minas Gerais, tendo sido verificado que 100% das minas e poços rasos apresentaram contaminação por bactérias coliformes.

Merecem atenção os pontos de estudo P5 (Mina d' água bairro Beija Flor) e P6 (Mina d' água Univerdecidade), em que todas as amostras, sejam as coletadas durante o período seco ou chuvoso, apresentaram presença de *E. coli*. Estes pontos estão localizados em área urbanizada, sendo possível que tenha ocorrido contaminação do solo no entorno dos mananciais por esgoto humano. Esse tipo de contaminação foi observado por De Souza et al. (2018) quando atribuíram a ocorrência de contaminação por *E. coli* em um dos pontos estudados à contaminação por esgoto humano, e ainda, como citado anteriormente, conforme apontado por Freitas e De Almeida (1998), que demonstraram que no período chuvoso esse tipo de contaminação tende a se agravar nos centros urbanos.

Considerando todas as amostras, os pontos de estudo P1 (Mina d' água MG 190) e P3 (Mina d' água bairro Cartafina) apresentaram os menores índices de contaminação por *E. coli* (Figura 3), sendo referidos valores de 37,5% para P1 e de 50% para P3. Ainda que esses pontos tenham apresentado os menores índices de contaminação por *E. coli*, todas as amostras desses mesmos pontos apresentaram resultado positivo para coliformes totais, o que determina que esta água não pode ser considerada segura do ponto de vista microbiológico, uma vez que a presença de bactérias

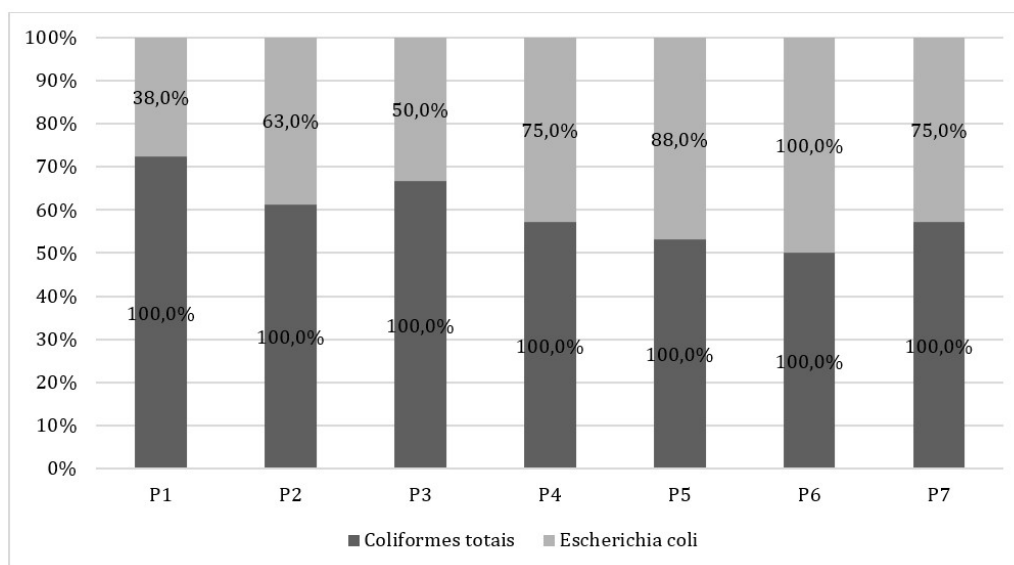


Figura 3. Percentuais para coliformes totais e *E. coli* nos sete pontos de estudos. P1: mina d'água MG 190a; P2: mina d'água Bairro Maringá; P3: mina d'água Bairro Cartafina; P4: mina d'água Bairro Santa Maria; P5: mina d'água Bairro Beija-flor; P6: mina d'água Bairro Univerdecidade; P7: mina d'água Bairro Tancredo Neves.

coliformes sugere a presença de material orgânico em decomposição nas amostras, contrariando a legislação vigente, determinando que as mesmas sejam impróprias para o consumo humano.

Santos et al. (2010), verificaram que grande parte das contaminações de mananciais rasos e insurgências como, por exemplo, minas d'água, são contaminadas em função de proximidades de fossas convencionais ou outros locais contaminados por esgoto humano, o que explicaria o fato de o ponto P1 (Mina d'água MG 190) ter apresentado menor contaminação por *E. coli*, uma vez que se encontra em área protegida ou afastada da área urbana, o que segundo Silva et al. (2016), influencia diretamente na qualidade da água dos mananciais.

CONCLUSÃO

Considerando que o consumo de água potável é uma das medidas de saúde pública que apresentam maior impacto na prevenção de diversas doenças que podem ser disseminadas por meio hídrico, conclui-se, com base nos resultados observados, que a utilização dessas fontes para consumo humano deve ser evitada, uma vez que de acordo com a Portaria nº 888/2021 (Brasil, 2021) do Ministério da Saúde, todos os mananciais estudados se encontram impróprios para consumo humano.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, 2020. *Guia de Vigilância em Saúde: volume único* [online]. Brasília: Ministério da Saúde [acesso em 2021 set 15]. 741 p. Disponível em: saude.gov.br
- BRASIL. Ministério da Saúde, 2021. 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 República Federativa do Brasil*, Brasília, 7 maio. Seção 1, p. 127.
- CARRANZO, I.V., 2012. Standard Methods for examination of water and wastewater. In: *Anales de Hidrología Médica*, 2012. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, vol. 5, 185 p.
- CUNHA, A.H., TARTLER, N., DOS SANTOS, R.B. & FORTUNA, J.L., 2010. Análise microbiológica da água do rio Itanhém em Teixeira de Freitas-BA. *Revista Biociências*, vol. 16, no. 2, pp. 86-93.
- DE SOUZA, W. B.; MELO, L. P.; LIMA L. C. S.; SOUZA, D. C. & TEIXEIRA, T. T., 2018. Mapeamento e avaliação da potabilidade de água proveniente de fontes alternativas de captação na cidade de Astolfo Dutra.

- Águas Subterrâneas, vol. 32, no. 3, pp. 1-7. <https://doi.org/10.14295/ras.v32i3.29179>.
- FAUSTINO, A. B., RAMOS, F. F., SILVA, S. M. P., 2014. Dinâmica temporal do uso e cobertura do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Doce (RN) com base em Sensoriamento Remoto e SIG: uma contribuição aos estudos ambientais. *Revista Sociedade e Território*, vol. 26, no. 2, pp. 18-30.
- FREITAS, M.B. & DE ALMEIDA, L.M., 1998. Qualidade da águas subterrâneas e sazonalidade de organismos coliformes em áreas densamente povoadas com saneamento básico precário. In *Anais do X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas*, 1998, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: UFRJ, pp. 1-6.
- GUERRA, A.F., 2017. *Análise microbiológica de água para consumo humano*. Editora Valença, 9 p.
- OLIVEIRA, J.P.M., OLIVEIRA, J.M., BARRETO, E.D.S., SILVA, S.S.D., SILVA, S.S., & MARACAJÁ, P.B., 2015. Saúde/doença: as consequências da falta de saneamento básico. *Informativo Técnico do Semiárido*, vol. 9, no. 2, pp. 23-29.
- SANTOS, C., OLIVEIRA, I., OLIVEIRA, M. & FORTUNA, J., 2010. Pesquisa de coliformes termotolerantes em água de poços escavados de domicílios que não apresentam rede de água e esgoto. *Revista Higiene Alimentar*, vol. 24, no. 188-189, pp. 160-168.
- SILVA, C.A., STRAPAÇÃO, S., YAMANAKA, E.H.U., BALLAO, C. & MONTEIRO, C.S., 2013. Potabilidade da água de poços rasos em uma comunidade tradicional. *Revista Biociências*, vol. 19, no. 2, pp. 88-92.
- SILVA, R.C.A. & ARAÚJO, T.M., 2003. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). *Ciência & Saude Coletiva*, vol. 8, no. 4, pp. 1019-1028.
- SILVA, T.C., CHAVES, Q.S., ROMEIRO, S.S. & FORTUNA, J.L., 2016. Coliformes em fontes públicas de água no distrito de Santo Antonio, Teixeira de Freitas-BA. *Ciência & Tecnologia Fatec-JB*, vol. 8, pp. 1-9.
- SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2016. *Diagnóstico dos serviços de água e esgotos – Ano de referência: 2016* [acesso em 22 out. 2018]. Disponível em: <http://www.snis.gov.br>
- TUCCI, C.E.M., HESPANHOL, I. & CORDEIRO NETTO, O.M.C., 2000. Cenários da gestão da água no Brasil: uma contribuição para a “Visão Mundial da Água”. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, vol. 5, no. 3, pp. 31-43.
- UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION – UNESCO, 2019. *United Nations World Water Development Report 2019. Leaving no one behind* [acesso em 11 jul. 2019]. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367306>
- VASCONCELOS, M.A. & DE OLIVEIRA, I.B., 2016. Caracterização preliminar da qualidade da água subterrânea no estado da Bahia quanto aos teores de sulfato. São Paulo: Editora Águas Subterrâneas.
- WORLD OF HEALTH ORGANIZATION – WHO, 2018. *Water, health and ecosystems* [acesso em 28 outubro 2018]. Disponível em: <http://www.who.int/heli/risks/water/water/en/>
- ZONTA, J.H., ZONTA, J.B., DA SILVA RODRIGUES, J.I. & DOS REIS, E.F., 2008. Qualidade das águas do rio Alegre, Espírito Santo. *Ciência Agrônômica*, vol. 39, no. 1, pp. 155-161.