



## **INFLUÊNCIA DAS ATIVIDADES ANTRÓPICAS NA QUALIDADE DA ÁGUA DO MUNICÍPIO DE BOA ESPERANÇA-MG E O POTENCIAL IMPACTO À SAÚDE**

Ligiane Aparecida Florentino<sup>1</sup>  
Marina Rodrigues Rios<sup>2</sup>

### **Recursos Hídricos e Qualidade da Água**

#### ***Resumo***

As atividades antrópicas vêm sendo cada vez mais frequentes prejudicando a qualidade da água, que é um recurso natural e essencial para vida, essas atividades são causadas principalmente pelo crescimento populacional desordenado, esgotos domésticos jogados nos rios, onde esses recursos são cada vez mais explorados e causando a contaminação hídrica. O presente estudo teve por objetivo, verificar a influência da interferência antrópica nas características físico-químicas e microbiológicas de amostras de água coletadas no município de Boa Esperança - MG e as principais atividades agrícolas e industrial desenvolvida no município, avaliar o impacto na qualidade da água, realizar análises dos parâmetros físicos-químicos e biológicos da água e correlacionar os dados obtidos com o impacto na saúde da população. Foram coletadas cinco amostras de água bruta ao longo do município de Boa Esperança – MG, sendo uma amostra coletada na zona urbana e quatro na zona rural. Após a realização das análises foram detectadas alterações físico-químicas e microbiológicas sendo a principal contaminação a presença de *E.coli*, que é uma bactéria gram-negativa e a presença deste microrganismo leva a uma vasta contaminação da população por doenças de veiculação hídrica.

**Palavras-chave:** Água bruta; Escherichia coli; Saúde; Veiculação hídrica

---

**Orientação:** Inserir aqui: 1º- vínculo Institucional; 2º- departamento e 3º- contato eletrônico. (Regra: Times New Roman, itálico, 10).

<sup>1</sup>Prof. Dra. Ligiane Aparecida Florentino, Universidade José do Rosário Vellano – UNIFENAS, Departamento Análise Ambiental, ligiane.florentino@prof.unifenas.br.

<sup>2</sup>Aluna da graduação em Biomedicina, Instituição Universidade José do Rosário Vellano - UNIFENAS, departamento Análise Ambiental, marina.rodrigues@aluno.unifenas.br.

## INTRODUÇÃO

A água é uma das substâncias mais abundantes no planeta, embora disponível em distinta quantidade, em diferentes lugares. Possui papel fundamental no ambiente e na vida humana, e nada a substitui, pois sem ela a vida não pode existir. (DONADIO, 2005).

Não há um indicador de qualidade de água único e padronizável para qualquer sistema hídrico. Uma forma de avaliar objetivamente essas variações é a combinação de parâmetros de diferentes dimensões, em índices que os reflitam conjuntamente em uma distribuição amostral no espaço e no tempo (TOLEDO, 2002).

Os parâmetros físicos, químicos e biológicos caracterizam a qualidade das águas que sofrem grandes variações no tempo e no espaço, havendo a necessidade de um programa de monitoramento sistemático para obter a real estimativa da variação da qualidade das águas superficiais (ANDRADE, 2007)

As fontes de contaminação antropogênica de águas subterrâneas são em geral, diretamente associadas a despejos de efluentes domésticos, industriais, agrícolas e chorume oriundo de aterros de lixo. (Freitas & Almeida, 1998). O uso de indicadores de qualidade de água consiste no emprego de variáveis que se correlacionam com as alterações ocorridas na microbacia, sejam estas de origens antrópicas ou naturais. (TOLEDO, 2002). A água de escoamento superficial, durante o período de chuva, é o fator que mais contribui para a mudança da qualidade microbiológica da água (Geldreich, 1998)

O impacto dos efluentes genotóxicos no ambiente e o significado para a saúde humana são, de fato, difíceis de prever, porque eles são misturas complexas de substâncias químicas. A interpretação completa de seus efeitos frequentemente requer, de forma complementar, análises químicas dos constituintes. Tais análises podem indicar os componentes dos efluentes que podem persistir e acumular na biota exposta e, então, representar potencialmente um perigo à saúde humana. (ODEIGAH, 1997)

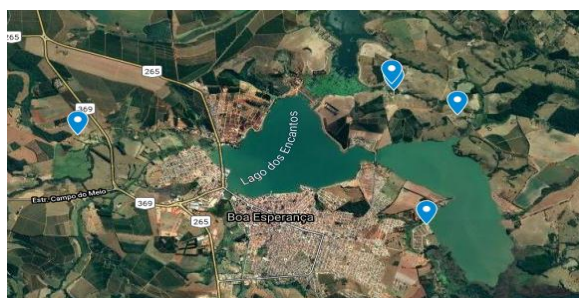
No sentido de contribuir para esta discussão, este trabalho tem como principal objetivo avaliar as principais atividades agrícola e industrial desenvolvida no município de Boa Esperança - MG, utilizando bioindicadores de qualidade da água visando avaliar o impacto na qualidade da água, realizar análises dos parâmetros físico-químicos e biológicos da água e correlacionar os dados obtidos com o impacto na saúde da população.

## METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado no município de Boa Esperança-MG, de acordo com dados publicados no site oficial do município, a cidade é característica de clima tropical úmido, solo predominantemente argiloso e com alguma parte arenosa, típica do cerrado composto majoritariamente de Latossolo Vermelho Escuro.

Foram coletadas 5 amostras de água bruta em pontos distintos sendo 4 pontos na zona rural e 1 ponto na zona urbana de acordo com o mapa abaixo:

**Figura 1 - Mapa de Pontos de Coleta**



Fonte: Google My Maps

As amostras foram coletadas em frascos de polietileno com capacidade de 300 ml anteriormente esterilizados e com a tampa encapada com papel alumínio, levados ao local para coleta em uma caixa de isopor, para realizar as análises físicas, químicas e biológicas. Estas amostras foram conservadas e acondicionadas de acordo com o Manual Prático de Análise de Água desenvolvido pela Fundação Nacional de Saúde. Foram realizadas análises física, química e biológica. Os parâmetros físico-químicos analisados foram: Ph – determinado pela leitura do pHmetro Thermo Scientific Orion; Turbidez - determinado pela leitura do Turbidímetro 2100P HACH, Cor - determinado pela leitura do Colorímetro DM COR DIGIMED.

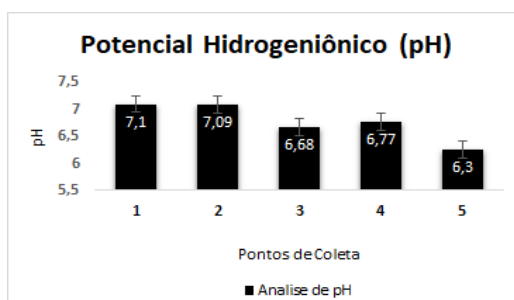
As amostras para análises microbiológicas foram inoculadas em tubos contendo Caldo EC que é um meio de cultura seletivo para termotolerantes a 45 °C em banho maria por 24 horas. A formação de gás nos tubos indicou a presença de termotolerantes, destacando a *E.Coli* sendo o resultado expresso em NMP.

As análises microbiológicas e físico-químicas foram realizadas de acordo com a metodologia adaptada do Standard Methods for the examination of water and Wastwater (APHA,2005).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

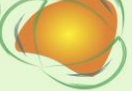
Os locais onde foram realizadas as coletas na zona rural são realizadas algumas atividades predominantes, no ponto 02 são realizadas principalmente atividades agropecuária, os pontos 03, 04 e 05 são realizadas atividades de pesca e plantação cafeeira próxima aos locais de coleta, exceto no ponto 01 que é um ponto turístico localizado em um condomínio de Boa Esperança.

**Gráfico 3 - Resultados das Análise de pH**



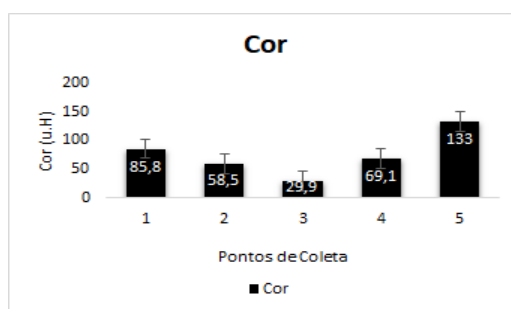
Os resultados das análises físico-química demonstradas nos gráficos são para verificação da qualidade da água bruta quanto às características físico-químicas e microbiológicas, foram adotados os parâmetros da Portaria de Consolidação N° 5 de 28 de setembro de 2017.

De acordo com o gráfico 03, os resultados da análise de pH demonstraram-se que entre os cinco pontos de coleta, variou de 6,30 a 7,10 apresentando amplitude de 0,80 entre os dois extremos de pH. O ponto de coleta de menor pH foi o ponto 05 e o maior o ponto 01, o pH é um dos parâmetros mais comumente avaliados nos estudos de padrão de potabilidade, e de excepcional importância, principalmente nos processos de tratamento (BRASIL, 2005), de acordo com a portaria em todas as amostras analisadas, o pH ficou entre os índices recomendados pela legislação brasileira, que não irá causar qualquer efeito prejudicial para a os consumidores.



O Potencial Hidrogenionico (pH) é uma medida da concentração de íons hidrônio em uma solução, ou seja, expressa o grau de acidez ou basicidade de uma solução, representando a concentração ativa de íons hidrônio na mesma. Em águas de abastecimento, o pH a afeta, visto que os baixos valores de pH podem contribuir para sua corrosividade e agressividade, enquanto valores elevados aumentam a possibilidade de incrustações. Assim, o pH da água precisa ser controlado, possibilitando que os carbonatos presentes sejam equilibrados, para que não ocorra nenhuma das consequências citadas (BRASIL, 2006; REDA, 2016; MELO, 2016). Segundo a Portaria Recomenda-se que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5.

**Gráfico 4 -Resultados das Análise de Cor**

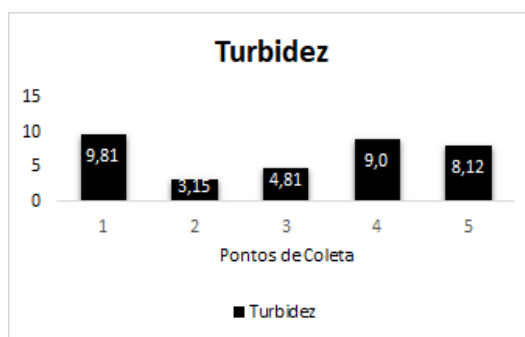


A análise de cor representada no gráfico 04 é um parâmetro estético e o valor limite para o consumo humano, menor que 15 uH. De acordo com os resultados das análises a cor da água, em nenhum ponto a água poderia ser consumida diretamente. A cor das águas naturais, representada pela parte dissolvida da matéria orgânica na água é basicamente causada pela presença de compostos orgânicos, originados da decomposição de matéria orgânica vegetal e animal, sendo esses compostos denominados de substâncias húmicas. Ela pode ser classificada como cor aparente que representa a cor causada por matéria dissolvida mais a parcela em suspensão, e cor verdadeira, representada somente pela matéria dissolvida (BERNARDO e PAZ, 2010; LIBÂNIO, 2010; VIANNA, 1992).

A cor é geralmente um indicador da presença de metais (Fe, Mn) substâncias húmicas (oriunda da degradação da matéria orgânica), plâncton, dentre outras substâncias dissolvidas na água. A cor da água pode ser classificada em cor aparente e verdadeira

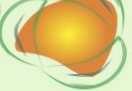
A cor verdadeira se refere à determinação das amostras sem turbidez e a aparente refere-se a determinação de amostras de água com turbidez (material coloidal ou em suspensão) (RICHTER, 2009). Ela varia de acordo com a quantidade de substâncias dissolvidas ou material (orgânico ou mineral) em suspensão, nesse caso é chamada cor aparente. A cor aparente elevada indica que a água pode estar poluída e normalmente apresenta valores de DBO (demanda bioquímica de oxigênio) altos (OLIVEIRA; CAMPOS; MEDEIROS, 2010).

**Gráfico 5 -Resultados das Análise de Turbidez**



A turbidez é um parâmetro indicador da presença de argila, silte, substâncias orgânicas ou inorgânicas. Ela pode ser entendida como uma “medida indireta da quantidade de sólidos em suspensão” e varia de acordo com a quantidade de chuvas, a turbidez também será influenciada pelo estado de conservação da área ciliar ou área de preservação permanente (APP) que se localiza às margens do curso d’água e contribui para minimizar carreamento de sólidos, erosão e lixiviação (RICHTER, 2009).

A turbidez da água, expressa em unidades de turbidez - uT, é um indicador sanitário organoléptico de grande importância, já que tal parâmetro contribui para a estética da água e leva a sua aceitação ou rejeição de consumo humano (TSEGA et al., 2016; MELO, 2016), apesar de não ser necessariamente um parâmetro de potabilidade (CUNHA et al., 2012). Contudo, devido sua relevância, a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde estabelece que o Valor Máximo Permitido é de 5,0 uT como padrão de aceitação para consumo humano (BRASIL, 2006b; BRASIL, 2011).



De acordo com as análises realizadas, 2 pontos estão dentro do padrão de aceitação (Ponto 2 e 3) e 3 pontos estão fora do padrão (Ponto 1, 4 e 5). Ressaltando que as amostras foram realizadas de água bruta sem qualquer tipo de tratamento.

A qualidade da água antes era relacionada apenas a aspectos físicos como, cor turbidez, odor, no entanto o surgimento de algumas doenças foi associado com a utilização de água contaminada, como no caso da cólera. Desde as descobertas desses micro-organismos iniciou-se a preocupação com tratamentos de água e como padrões da qualidade microbiológica, para se evitar a contaminação com patógenos presentes na água (FREITAS, M. B; FREITAS, C. M, 2005). A *Escherichia coli* pertence ao grupo dos coliformes termotolerantes que são utilizados como indicadores da presença de organismos patogênicos na água (SILVA, 2010)

A tabela abaixo (Tabela 01) demonstra os resultados obtidos nas análises microbiológicas no meio de cultura Caldo EC. A determinação do número mais provável (NMP) de coliformes em uma amostra é efetuada a partir de aplicação da técnica de tubos múltiplos. A técnica consiste na inoculação de volumes decrescentes da amostra em meio de cultura adequado ao crescimento dos microrganismos pesquisados, sendo cada volume inoculado em uma série de tubos.

A obtenção de uma estimativa de densidade das bactérias pesquisadas pela aplicação de cálculos de probabilidade. Para análise de água, tem sido utilizado preferencialmente o fator 10 de diluição, sendo inoculados múltiplos e submúltiplos de 1mL da amostra, usando-se séries de 3 tubos para cada volume a ser inoculado. (BRASIL,2018)

**Tabela I - Resultados análises Microbiológicas**

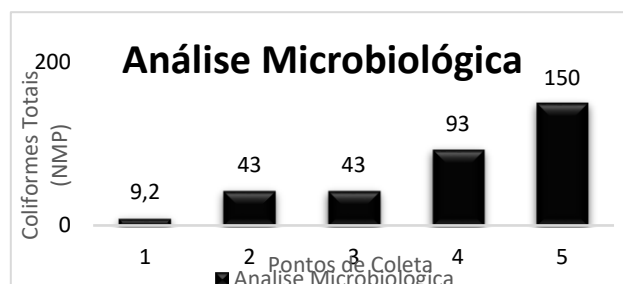
Concentração	Ponto 01	Ponto 02	Ponto 03	Ponto 04	Ponto 05
10 ml / 1ml / 0,1ml	2-0-0	3-1-0	3-1-0	3-2-0	3-2-1

Fonte: Autoria própria

O CALDO EC é um meio de cultivo para demonstração seletiva de coliformes

termotolerantes, que tem como principal representante a *Escherichia coli*, em águas, alimentos e outros materiais. A lactose presente no meio favorece as bactérias lactose positivas, especialmente coliformes e *E.coli*. Os microrganismos lactose positiva consomem lactose, com produção de gás.

**Gráfico 6** - Número de coliformes totais presentes nas amostras de água



De acordo com os resultados analisados, as amostras de água estão impróprias para consumo, visto que o padrão microbiológico de potabilidade estabelecido pelo Ministério da Saúde é determinado pela ausência de coliformes totais e de *E. Coli* a cada 100 ml de água.

Os coliformes termotolerantes, mais especificamente a *E. coli*, fazem parte da microbiota intestinal do homem e outros animais de sangue quente, e quando detectados em uma amostra de água fornecem evidência direta de contaminação fecal recente e por sua vez podem indicar a presença de patógenos.

Desta forma, a presença da bactéria *E. coli* nestas águas, indica que a população destas regiões está exposta a diversas doenças de veiculação hídrica, como amebíase, giardíase, gastroenterite, febre tifóide, hepatite A, que em geral, apresentam sintomas como febre, vômitos intensos, dores abdominais e que podem desencadear quadros agudos de diarreia, e nos casos mais graves podem levar o indivíduo a óbito. (FIGUEIREDO, 2002; SOUZA, 2005; LIBANO, 2010).



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo verificou que as atividades antrópicas estão impactando negativamente a qualidade da água bruta no município de Boa Esperança - MG, tendo em vista que as principais atividades realizadas pelos moradores da região são: agropecuária, agrícola, plantações cafeeiras e normalmente são frequentados por pescadores. Sendo assim, através das análises físico-químicas e microbiológicas, verificou-se que a água bruta da região de acordo com os resultados possui um forte indicativo que não é própria para consumo humano e nem mesmo para os animais da região

A metodologia utilizada foi de grande relevância para chegar aos resultados finais desta pesquisa e chegar aos objetivos propostos. A principal limitação ao estudo é o período pandêmico limitando fazer algumas atividades.

Para complementar estes estudos preliminares sugere-se, realizar outros métodos análises microbiológicas, físico-químicas e toxicológicas para verificar se há contaminação da água por pesticidas tendo em vista que possui plantações próximas aos locais, ou até mesmo verificar se há contaminação por outras espécies de microrganismos causadores de danos a saúde da população.

## **A**GRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar que sempre me conduziu e nunca me deixou desistir dos meus objetivos.

Grato pela confiança depositada pela minha orientadora Ligiane Aparecida Florentino que dedicou inúmeras horas para sanar as minhas dúvidas e me colocar na direção correta.

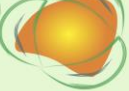
A minha mãe Ana que é um exemplo de mulher, que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos da minha vida, me apoiando e me incentivando a continuar.

Ao meu pai Juarez (in memoriam), que é minha saudade diária e que me manda forças para continuar lutando e nunca desistir dos meus objetivos, tenho certeza que onde estiver está torcendo por mim.

Ao meu namorado Gustavo, meu irmão Josimar, minha cunhada Gisely e o meu padrasto Sebastião por sempre me incentivar e apoiar durante toda a trajetória.

A minha família e principalmente aos meus avós Osvaldo e Neusa que são tudo na minha vida.

Ao Serviço Autônomo de Água e Esgoto - SAAE de Boa Esperança-MG, que me disponibilizou o laboratório para realizar as análises e me auxiliou da melhor forma possível.



## REFERÊNCIAS

1. AMARAL, L. A., JUNIOR, O. D. R., FILHO, A. N., ALEXANDRE, A. V. Avaliação da qualidade higiênico-sanitária da água de poços rasos localizados em uma área urbana: utilização de colifagos em comparação com indicadores bacterianos de poluição fecal. *Revista de Saúde Pública*. 28(5): 345-348, 1994.
2. ANDRADE, Eunice M. de, et al. Seleção dos indicadores da qualidade das águas superficiais pelo emprego da análise multivariada. *Engenharia agrícola*, 2007, 27.3: 683-690.
3. APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21th ed. Washington: American Public Health Association, 2005.
4. BERNARDO, L. DI; PAZ, L. P. S. Seleção de tecnologias de tratamento de água. São Carlos: LDiBe, 2010. p. 868.
5. BRASIL (2018) Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. CETESB. Norma Técnica L5.202. 5º edição. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/normas-tecnicas-cetesb/normas-tecnicas-vigentes/>.
6. BRASIL; Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Nº 357/2005 - 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. Brasília (BRASIL):Conama; 2011. Available from: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>.
7. BRASIL; Ministério da Saúde. Portaria nº 518/2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Brasília (Brasil): Ministério da Saúde; 2005. Available from: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria\\_518\\_2004.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_518_2004.pdf).
8. CUNHA, HFA, LIMA DCI, BRITO PNF, CUNHA AC, SILVEIRA Junior AM, BRITO DC. Qualidade físico-química e microbiológica de água mineral e padrões da legislação. *Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*. ; 7(3): 155-165. Available from: <http://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v7n3/v7n3a13.pdf>.
9. DONADIO, Nicole MM; GALBIATTI, João A.; PAULA, Rinaldo C. de. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, Brasil. *Engenharia Agrícola*, 2005, 25.1: 115-125.
10. FIGUEIREDO, M. G. A água na transmissão de doenças. São Paulo, 2002.1 CD-ROM.
11. FREITAS, M. B. & ALMEIDA, L. M., 1998. Qualidade da água subterrânea e sazonalidade de organismos coliformes em áreas densamente povoadas com saneamento básico precário. In: *X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas*. CD-ROM, São Paulo: Sonopress-Rimo.
12. FREITAS, M. B.; FREITAS, C. M. A vigilância da qualidade da água para consumo humano – desafios e perspectivas para o sistema Único de Saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*, Manguinhos, v. 10, n. 4, 2005. Disponível em:< [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-81232005000400022&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-81232005000400022&script=sci_arttext)>.
13. GELDREICH, E. E. The bacteriology of water. In: *Microbiology and microbial infections*. 9th ed. London: Arnold; 1998.
14. LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. Campinas: Átomo, 2010.
15. LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. Campinas: Átomo, 2010.
16. Melo, R A. Qualidade físico-química e microbiológica de água fornecida em bebedouros de escolas municipais em Cabedelo-PB. [dissertation].Campina Grande: Universidade Estadual da Paraíba/UEPB; 2016. 104p.

17. Melo, R A. Qualidade físico-química e microbiológica de água fornecida em bebedouros de escolas municipais em Cabedelo-PB. [dissertation].Campina Grande: Universidade Estadual da Paraíba/UEPB; 2016. 104p.
18. Odeigah PGC, Nurudeen O, Amund OO. Genotoxicity of oil field wastewater in Nigeria. *Hereditas* 1997;126:161-7
19. OLIVEIRA, C. N. ;CAMPOS, V. P.; MEDEIROS, Y.D.P. Avaliação e identificação de parâmetros importantes para a qualidade de corpos d'água no semiárido baiano. Estudo de caso: bacia hidrográfica do rio Salitre. *Química Nova*, v. 33, n. 5, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v33n5/10.pdf>>.
20. Prefeitura Municipal de Boa Esperança, disponível em <<https://www.boaesperanca.mg.gov.br/>>
21. REDA AH. [Physico-Chemical analysis of drinking water quality of Arbaminch Town]. *J Environ Anal Toxicol*. English. Available from:<http://www.omicsonline.org/open-access/physicochemical-analysis-of-drinking-water-qualityof-arbaminch-town-2161-0525-1000356.php?aid=70681>.
22. RICHTER, C. A. Parâmetros de qualidade e definição de processos de tratamento. In: \_\_\_\_\_. *Água: métodos e tecnologia de tratamento*. 1 ed. São Paulo: Blucher, 2009. Cap. 7 p.65-89.
23. SILVA, N. et al. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos. 4.ed., São Paulo: Varela, 2010.624 p]
24. SOUZA, H. O Saneamento das Águas no Brasil. In: *O Estado das Águas no Brasil*. Brasília: ANEEL, 2005.
25. TOLEDO, Luís Gonzaga de; NICOLELLA, Gilberto. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. *Scientia Agricola*, 2002, 59.1: 181-186.
26. Tsega N, Sahile S, Kibret M, Abera B. [Bacteriological and physico-chemical quality of drinking water sources in a rural community of Ethiopia]. *African Health Sciences*. [Internet]. 2021;13 (4): 1156-1161.English. Available from:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4056515/pdf/AFHS1304-1156.pdf>.
27. VIANNA, M. R. Hidráulica aplicada às estações de tratamento de água. Belo Horizonte: Instituto de Engenharia Aplicada, 1992. p. 34