



Estudos de Caso e Notas

Alerta: Os artigos publicados nesta seção não são avaliados por pares e não são indexados. A intenção da seção ECNT é prover um espaço para divulgação de dados e estudos de interesse local, sem caráter científico. Sendo assim, a Revista Águas Subterrâneas não se responsabiliza pelo conteúdo publicado.

Disclaimer: Articles published in this section are not peer-reviewed and are not indexed. The intention of the ECNT section is to provide a space for the dissemination of data and studies of local interest, with no scientific character. Therefore, Revista Águas Subterrâneas is not responsible for this content.

Microbiologia ambiental: monitoramento bacteriológico da água de um poço artesiano localizado no “sítio Bagaceira” em Areia-PB

Environmental microbiology: bacteriological monitoring of water from an artesian well located at the “Bagaceira site” in Areia-PB

Aldeni Barbosa da Silva¹; Janaina Moreira de Brito²; Edmilson Dantas da Silva Filho³

¹ Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba, Esperança, Paraíba.

² Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba.

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campina Grande, Paraíba.

✉ aldeni.silva@ifpb.edu.br, janaina.brito1@outlook.com, edmilson.silva@ifpb.edu.br

Resumo

Palavras-chave:

Escherichia coli.
Coliformes totais.
Bactérias heterotróficas.
Qualidade da água.

Esse trabalho teve o objetivo de analisar a qualidade microbiológica da água de um poço artesiano localizado no “sítio bagaceira” na zona rural da cidade de Areia-PB, e que é utilizado como fonte de abastecimento para suprir a crise hídrica em várias cidades circunvizinhas. O estudo foi desenvolvido com amostras de água coletadas num poço artesiano localizado no sítio bagaceira em Areia-PB. As amostras de água destinadas para as análises microbiológicas foram coletadas diretamente do poço artesiano, em garrafas de vidro (500 ml) com boca larga, protegidas com papel laminado, previamente esterilizada em autoclave a 121 °C, por 30 minutos, e foram encaminhadas para o Laboratório do Centro de Formação Profissional do Instituto Albano Franco de Tecnologia de Couro e de Calçado (CTCC) em Campina Grande. As amostras ficaram conservadas à temperatura de 4 a 8 °C pelo tempo máximo de quatro horas, até o momento da sementeira. Os parâmetros analisados foram: coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* e bactérias heterotróficas. Os parâmetros microbiológicos das águas foram determinados seguindo-se as metodologias da CETESB. Com base no critério de potabilidade estabelecido pela Portaria de Consolidação N° 5/2017 do Ministério da Saúde, observou-se que as amostras analisadas apresentaram quantidade de coliformes totais e termotolerantes, bactérias heterotróficas e *E. coli* totalmente fora dos limites estabelecidos pela portaria vigente. Conclui-se que a água é imprópria para consumo humano.

Keywords

Escherichia coli.
Total coliforms.
Heterotrophic bacteria.
Water quality.

Abstract

This work aimed to analyze the microbiological water quality of an artesian well located in the “bagaceira site” in the rural area of the city of Areia-PB, and which is used as a source of supply to supply the water crisis in several surrounding cities. The study was developed with water samples collected in an artesian well located at the bagaceira site in Areia-PB. Water samples for microbiological analysis were collected directly from the artesian well in wide-mouth glass bottles (500 ml) protected with laminated paper, previously autoclaved at 121 °C for 30 minutes, and sent to the Laboratory of the Vocational Training Center of the Albano Franco Institute of Leather and Footwear Technology (CTCC) in Campina Grande. The samples were stored at 4 to 8 °C for a maximum of four hours until sowing. The parameters analyzed were: total coliforms, thermotolerant coliforms, *Escherichia coli* and heterotrophic bacteria. The microbiological parameters of the waters were determined following the methodologies of CETESB. Based on the potability criterion established by the Ministry of Health Consolidation Ordinance No. 5/2017, it was observed that the analyzed samples showed total and thermotolerant coliforms, heterotrophic bacteria and *E. coli* totally outside the limits established by the current ordinance. It is concluded that water is unfit for human consumption.

DOI: <https://doi.org/10.14295/ras.v34i1.29776>

1. INTRODUÇÃO

A água é um dos compostos de maior distribuição e importância na crosta terrestre e cobre cerca de 70% da mesma. É o elemento essencial e indispensável à manutenção da vida, não apenas por suas características peculiares, mas pelo fato de que nenhum processo metabólico ocorre sem sua ação direta ou indireta. Nestas condições, torna-se imprescindível que sua presença no ambiente esteja em quantidade e qualidade apropriadas para sua posterior utilização (ESTEVES, 1998; BRAGA et al., 2002; REBOUÇAS, 2006; SOUZA et al., 2014).

Da mitologia ao dia-a-dia, a água está em todas as dimensões de nossa existência. Nos últimos dois séculos, porém, transformamos radicalmente nossa relação com a água. Fomos capazes de transpor a gravidade para utilizá-la, retirá-la de aquíferos profundos, armazenar dela grandes quantidades, dominar rios, irrigar locais áridos para produzir alimentos e poluí-la com uma variedade incrível de substâncias. Também nos desacostumamos a pensar de onde vem ou para onde vai a água que consumimos (WHATELY; CAMPANILI, 2016).

A água subterrânea, como um componente do ciclo hidrológico, está em constante circulação e flui, de modo geral, lentamente, através dos poros da rocha. Os aquíferos contêm, ao mesmo tempo, rochas com características porosas e permeáveis e impermeáveis formando estruturas geológicas capazes de armazenar e ceder água. Um dos parâmetros que influenciam o fluxo da água subterrânea é a permeabilidade. Já a porosidade é a propriedade que determina a quantidade de água que pode ser armazenada em uma rocha. A porosidade é determinada pelo volume de poros vazios em relação ao volume total da rocha (IRITANI; EZAKI, 2012).

As águas dos aquíferos vêm sendo usadas pela humanidade desde a antiguidade e são, em muitos casos, as únicas fontes de água para muitas populações humanas. A capacidade de armazenamento de água de um aquífero depende da extensão e da espessura da camada de rochas permeáveis à água ou de material não consolidado (seixos, areia ou silte) da qual se pode extrair água por meio de um poço (PINTO-COELHO; HAVENS, 2016).

O estado da Paraíba tem atualmente 196 municípios em situação de crise hídrica, ou seja, que enfrentam dificuldades de abastecimento de água devido ao baixo nível de seus reservatórios. De acordo com o Ministro da Integração Nacional, o número é o segundo maior entre os estados do Brasil (Jornal da Paraíba, 2018), e muitos deles se encontram em situação de emergência, permitindo as cidades listadas receberem abastecimento por meio de carros-pipa do Exército Brasileiro (DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 2015).

Fontes, poços, carros-pipas, por exemplo, nem sempre são seguros, do ponto de vista sanitário. Isso aumenta o risco de as pessoas contraírem doenças de veiculação hídrica. Essas doenças são causadas, basicamente, pelo consumo de água ou alimentos contaminados por fezes. Exemplos mais comuns dessas doenças são as diarreias, hepatite A, febres tifoide e paratifoide, cólera e parasitoses. Além disso, a pouca quantidade de água afeta a higiene das pessoas e dos locais onde elas vivem, o que também é fator de risco para outras doenças, como micoses e conjuntivites (ENSP, 2015).

A instalação de poços artesianos tem sido uma das alternativas de acesso à água para muitos paraibanos, que vivem em pequenas e carentes comunidades rurais. No entanto, um dos desafios para viabilizar esse tipo de acesso é a qualidade da água subterrânea da Paraíba. Isso porque, 2.687 poços perfurados pelo Governo do Estado ao longo de pouco mais de sete anos, apenas 416 puderam ser instalados, uma vez que, em 84,5% dos casos, a qualidade da água era imprópria para o consumo (G1, 2019).

Diante disso, esse trabalho teve o objetivo de analisar a qualidade microbiológica da água de um poço artesiano localizado no “sítio bagaceira” na zona rural da cidade de Areia-PB, e que é utilizado como fonte de abastecimento para suprir a crise hídrica em várias cidades circunvizinhas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O estudo foi desenvolvido com amostras de água coletadas num poço artesiano localizado no sítio bagaceira em Areia-PB, cidade com área territorial de 266,596 km², apresentando uma população de 23.829 habitantes, densidade demográfica de 88,42 hab./km² (IBGE, 2017) e coordenadas geográficas: Latitude: 6° 57' 42" Sul, Longitude: 35° 41' 43" Oeste (CIDADE BRASIL, 2019)

2.2. Amostras para as análises microbiológicas

As amostras de água destinadas para as análises microbiológicas foram coletadas diretamente do poço artesiano, em garrafa de vidro (500 ml) com boca larga, protegidas com papel laminado, previamente esterilizadas em autoclave a 121 °C, por 30 minutos, e foram encaminhadas para o Laboratório do Centro de Formação Profissional do Instituto Albano Franco de Tecnologia de Couro e de Calçado (CTCC) em Campina Grande. As amostras ficaram conservadas à temperatura de 4 a 8 °C pelo tempo máximo de quatro horas, até o momento da semeadura.

Os parâmetros analisados foram: coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* e bactérias heterotróficas. As análises foram desenvolvidas em triplicata. Os parâmetros microbiológicos das águas foram determinados seguindo-se as metodologias da CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Os valores foram avaliados conforme as recomendações da portaria de consolidação Nº 05/2017 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017).

2.3. Contagem de Bactérias Heterotróficas: método de ensaio

A técnica de inoculação em profundidade para contagem de bactérias heterotróficas baseou-se na inoculação de volumes adequados da amostra em placas de Petri, com posterior adição do meio de cultura triptona glicose extrato de levedura ("plate count agar"). Após 48 horas de incubação a $35 \pm 0,5^\circ\text{C}$, as bactérias viáveis presentes na amostra, que puderam se desenvolver nessas condições, formaram colônias que foram contadas com o auxílio de um contador tipo Quebec ou similar (CETESB, 2006).

2.4. Coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* - determinação pela técnica de tubos múltiplos

A determinação do número mais provável (NMP) de coliformes em uma amostra foi efetuada a partir de aplicação da técnica de tubos múltiplos. Esta técnica é baseada no princípio de que as bactérias presentes em uma amostra podem ser separadas por agitação, resultando em uma suspensão de células bacterianas, uniformemente distribuídas na amostra. 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. Por meio de diluições sucessivas da amostra, são obtidos inóculos, cuja semeadura fornece resultados negativos em pelo menos um tubo da série em que os mesmos foram inoculados; e a combinação de resultados positivos e negativos permite 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 1 mL da amostra, usando-se séries de 5 tubos para cada volume a ser inoculado (CETESB, 2018).

O exame para determinação de coliformes totais se processa por meio de 2 etapas (ensaios presuntivo e confirmativo), de realização obrigatória para todos os tipos de amostras de água, as quais são complementadas, quando indicado, por uma terceira etapa (exame completo). A densidade de coliformes termotolerantes ou *E. coli* é obtida a partir de um exame específico, aplicado paralelamente ao teste para confirmação de coliformes totais.

2.5. Ensaio para diferenciação de coliformes termotolerantes ou *E. coli*

Consiste na transferência de inóculo de cada cultura com resultado positivo em Caldo laurel triptose (CLT) com púrpura de bromocresol para tubos contendo meio EC (coliformes termotolerantes) ou EC MUG (*E. coli*), que serão incubados durante 24 ± 2 horas em banho-maria ou incubadora a $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$. O resultado para coliformes termotolerantes será positivo quando houver produção de gás a partir da fermentação da lactose contida no meio E.C ou para *E. coli*, quando houver fluorescência azul sob lâmpada ultravioleta de comprimento de onda 365 - 366 nm em ambiente escuro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no critério de potabilidade estabelecido pela Portaria de Consolidação Nº 5/2017 do Ministério da Saúde, observou-se que as amostras analisadas apresentaram quantidade de coliformes totais totalmente fora dos limites estabelecidos pela portaria vigente (Tabela 1).

O termo "coliformes totais" inclui amplo rol de bactérias ambientais e de origem fecal capazes de sobreviver no meio aquático, fermentar a lactose e produzir ácido ou aldeído em 24 horas à temperatura de 35 a 37 °C. Estas apresentam diversas características que explicam o extensivo emprego como indicadores microbiológicos de qualidade de água. A primeira refere-se à elevada quantidade eliminada diariamente por um indivíduo (de 1/3 a 1/5 do peso das fezes), culminando com concentrações nos esgotos domésticos de 10^6 a 10^8 organismos/mL. Assim, eleva-se a probabilidade da detecção dos coliformes nas amostras de água bruta e a possibilidade da presença de patogênicos a estes associados (LIBÂNIO, 2010).

Nos Estados Unidos, esses organismos são indicadores habituais em água doce. Coliformes são definidos como bactérias aeróbicas ou anaeróbicas facultativas, gram-negativas, não formadoras de endosporos, do tipo bastonete, que fermentam lactose para formar gás 48 horas após terem sido colocadas em caldo lactosado a 35°C (TORTORA et al., 2012).

De acordo com Amaral et al., (2003), a água captada de poços ou nascentes no meio rural pode apresentar contaminação por coliformes, isso se deve, pois os poços não são vedados adequadamente ou ainda, não recebem informações sobre os cuidados. Dessa forma, os mesmos são construídos próximos a fossas, áreas de pastagens, locais que favorecem a contaminação por microrganismos, aumentando o risco de produtores e animais desenvolverem doenças decorrentes de consumo de fontes hídricas contaminadas.

Luz et al., (2017) ao realizarem o estudo da contaminação viral e bacteriana em águas subterrâneas na porção aflorante do Aquífero Guaraní, município de Ivoti, RS, observaram que das 27 amostras analisadas, 18 (66,6%) foram positivas para coliformes totais e sete (25,9%) para *E. coli*.

Silva et al., (2019), ao realizarem a análise microbiológica da água de bebedouros nas escolas públicas da cidade de Esperança/PB, observaram que das cinco amostras, quatro apresentaram resultados positivos para coliformes totais.

Rosa et al., (2004) ao analisarem a qualidade microbiológica de água de poços provenientes de áreas urbanas e rurais de Campos de Goytacazes (RJ), observaram que das 67 amostras de água coletadas, foram encontrados coliformes totais em 70,15% delas.

Silva et al. (2017) detectaram a presença de coliformes totais em duas das amostras da água utilizada para consumo nas escolas municipais de Esperança/PB.

Reis & Fortuna (2014), ao realizarem a pesquisa de coliformes em água de poços rasos residenciais no município de Teixeira de Freitas-BA, observaram que das 15 amostras analisadas, quatro (26,67%) apresentaram presença de coliformes totais e três (20%) apresentaram presença de coliformes termotolerantes.

Com relação aos coliformes termotolerantes, observou-se que as amostras apresentaram valores totalmente contraditórios com a portaria vigente, que estipula ausência por cada 100 mL (Tabela 1).

O grupo dos coliformes termotolerantes, comumente chamados de coliformes fecais, é um subgrupo dos coliformes totais. Este grupo é restrito às bactérias capazes de fermentar a lactose a 44,5-45,5°C com produção de gás. A princípio, essa definição abrangia somente as enterobactérias de origem fecal (*E. coli*), porém hoje se sabe que esse grupo inclui membros de origem não fecal (cepas de *Klebsiella pneumoniae*, *Pantoea agglomerans*, *Enterobacter cloacae* e *Citrobacter freundii*). Consequentemente, a presença de coliformes termotolerantes em alimentos não quer dizer necessariamente que exista contaminação de origem fecal (CASTRO, 2018).

Rocha et al., (2011) ao realizarem a avaliação microbiológica da água de poços rasos próximos a um córrego dos bairros Cajueiro e Jardim Primavera no distrito de Posto da Mata, município de Nova Viçosa-BA, observaram que 25% delas apresentaram resultados positivos para coliformes termotolerantes.

Sales & Lacerda (2017) ao realizarem a análise de coliformes totais e termotolerantes em água de poço de residências no município de Presidente Médici, Rondônia, observaram que todas as regiões apresentaram altos níveis de contaminação.

Alves et al., (2018) não detectaram a presença de coliformes termotolerantes, quando realizaram a análise microbiológica de coliformes totais e termotolerantes em água de bebedouros de um parque público de Brasília, Distrito Federal.

Santos et al., (2010) também detectaram a presença de coliformes termotolerantes em 25% das amostras de água de poços escavados de domicílios que não apresentam rede de água e esgoto.

Para bactérias heterotróficas, a norma estipula um valor máximo permitido de 500 Unidades Formadoras de Colônias (UFC) para cada 100 mL de água, e de acordo com as análises, observou-se um valor bem superior (2.140 UFC/100 mL) (Tabela 1).

As bactérias heterotróficas estão presentes em todos os tipos de água, nos alimentos, no solo, na vegetação e no ar. Sua contagem pode fornecer uma indicação geral sobre a qualidade microbiológica da água tratada, e quando realizada regularmente pode demonstrar alterações devido ao armazenamento (recrescimento, formação de biofilme), eficiência dos métodos de tratamento, integridade e limpeza do sistema de distribuição (WHO, 2018).

Mendonça et al., (2017) observaram que a grande maioria (90%) das amostras de água comercializadas em caminhões-pipa apresentaram contagens de coliformes totais (CT), coliformes termotolerantes (CTo), *Pseudomonas aeruginosa* e bactérias heterotróficas em desacordo com padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação vigente.

Ao realizarem a análise microbiológica da água de diferentes fontes da Escola Estadual Agrotécnica Afonso Queiroz, Ferreira Júnior & Pereira (2019) observaram que todas as amostras do córrego apresentaram crescimento de bactérias heterotróficas.

Patias et al. (2016) ao realizarem a análise físico-química e microbiológica de águas subterrâneas utilizadas no abastecimento de zonas rurais de Jaguari, Rio Grande do Sul, Brasil, observaram que houve crescimento de bactérias heterotróficas em quase todas as amostras, com exceção das amostras dos poços 4 (Linha 10) e 8 (Ijuçapirama).

Detectou-se a presença da bactéria *E. coli* nas amostras analisadas (Tabela 1), apontando contaminação recente, uma vez que essa espécie sobrevive pouco tempo no ambiente (PONGELUPPE et al., 2009).

A *E. coli* é uma bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae, sendo amplamente distribuída na natureza, tendo como principal habitat o trato intestinal humano e animal (SILVA et al., 2010). A *E. coli* comensal, que faz parte da microbiota intestinal, não é patogênica e apresenta um importante papel fisiológico para o funcionamento do organismo. Existem seis categorias patogênicas de *E. coli* que causam infecção intestinal em homens e animais, sendo denominadas de *E. coli* diarréogênicas (Martinez; Trabulsi, 2008) que são diferenciadas pela presença de fatores de virulência como adesinas fimbriais e afimbriais, toxinas e invasinas, e classificadas em: *E. coli*

enteropatogênica (EPEC), *E. coli* enterotoxigênica (ETEC), *E. coli* enteroinvasora (EIEC), *E. coli* enterohemorrágica (EHEC) ou *E. coli* produtora da toxina de Shiga (STEC), *E. coli* enteroagregativa (EAEC) e *E. coli* aderente difusa (DAEC) (SOUZA et al., 2016).

Nunes et al. (2010) ao realizarem o estudo da qualidade da água subterrânea e percepção dos consumidores em propriedades rurais, observaram que de 35 poços utilizados como fonte de abastecimento em 35 propriedades da região de Jaboticabal-SP, 42,8% apresentavam contaminação fecal decorrente da presença de *E. coli*.

Ao analisarem a qualidade microbiológica de água de poços provenientes de áreas urbanas e rurais de Campos de Goytacazes (RJ), Rosa et al., (2004) observaram que das 67 amostras de água coletadas, foram encontrados *E. coli* em 28,36% delas.

Silva et al. (2019) detectaram *E. coli* em uma das amostras de água, quando realizaram a análise microbiológica da água de bebedouros nas escolas públicas da cidade de Esperança-PB.

Resultados contraditórios foram observados por Seco et al., (2012) que não encontraram coliformes totais nem *E. coli* em todas as 19 amostras colhidas nos bebedouros do campus da Universidade Estadual de Londrina, e por Silva et al., (2017) que ao realizarem a análise microbiológica da água utilizada pra consumo nas Escolas de Esperança/PB, não detectaram a presença de *E. coli*, porém, evidenciaram a presença de coliformes totais.

Cavalcanti (2014) observou que todas as amostras analisadas apresentaram índices de *E. coli* acima do permitido para consumo humano segundo a legislação vigente, quando estou a ocorrência de *Escherichia coli* em fontes de água e pontos de consumo em uma comunidade rural.

Tabela 1 – Coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* e Bactérias heterotróficas nas amostras de água coletadas num poço artesiano no “sítio bagaceira”, Areia-PB, Brasil.

Parâmetros	Poço	Unidade	Valores de Referência
Coliformes totais *	> 1.600	NMP org. /100 ml	Ausente
Coliformes termotolerantes	240	NMP org. /100 ml	Ausente
<i>Escherichia coli</i>	> 8,0	NMP org. /100 ml	Ausente
Bactérias heterotróficas (UFC/ml)**	2.140	UFC/ml	500

* Segundo a Portaria PRC n° 5, de 28 de setembro de 2017, Anexo XX.

** UFC/ml - Unidade formadora de colônias

***Na metodologia dos tubos múltiplos o resultado < 1,8, significa ausência de coliformes na amostra ensaiada.

A contaminação dos aquíferos ocorre principalmente pela precipitação e infiltração de aterros sanitários, utilização de fossas sépticas como destinação final de esgoto urbano e perdas de volume no transporte ou entupimento de trechos da rede de condutos pluviais. Além destas, a contaminação pode ocorrer por infiltrações de redes de esgoto e percolação a partir de lagoas de estabilização, infiltrações de compostos industriais, vazamentos de tanques de combustível, uso de fertilizantes e tanques de reservas de resíduos animais e migração de microrganismos através do solo. Poços artesanais ou cavados construídos desordenadamente não apresentam revestimentos, filtros ou elementos de proteção sanitária, podendo servir de aporte para contaminantes via escoamento superficial e paredes permeáveis (PIRANHA; PACHECO, 2004). Ainda que a fonte de água seja potável, a qualidade da água pode ficar comprometida no transporte até o ponto de uso, caso não haja tratamento da água e limpeza periódica do local de armazenamento (AMARAL et al., 2003).

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que todas as amostras estão em desacordo com as recomendações estipuladas pela Portaria do Ministério da Saúde de n° 5, de 28 de setembro de 2017, pois apresentaram coliformes totais, coliformes termotolerantes, Bactérias heterotróficas e *E. coli* em números totalmente fora dos valores máximos permitidos, necessitando, portanto, de melhorias significativas no que se refere a proteção da fonte, da disposição dos esgotos domésticos e de tratamento prévio antes de serem fornecidas para consumo humano.

5. REFERÊNCIAS

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. *Rev. Cient. Sena Aires*, v. 7, n. 1, p. 12-17, 2018.

AMARAL, L. A.; NADER FILHO, A.; ROSSI JÚNIOR, O. D.; FERREIRA, F. L. A.; BARROS, L. S. S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, v. 37, n. 4, p. 510-514, 2003.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2 ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

BRASIL. **Portaria de consolidação de nº de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

CASTRO, M. T. **Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes: qual a diferença?** Food Safety Brazil – Conteúdo para segurança de alimentos. 2018. Disponível em: <https://foodsafetybrazil.org/coliformes-totais-e-coliformes-termotolerantes-voce-sabe-diferenca/>. Acesso em: 30/12/2019.

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

CIDADE BRASIL. 2019. **Município de Areia**. Disponível em: <https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-areia.html>. Acesso: 22/12/2019.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DE SÃO PAULO (CETESB). 2006. **Norma técnica L5 201, de janeiro de 2006. Contagem de bactérias heterotróficas: método de ensaio**. São Paulo: CETESB. 14 p. 2006.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DE SÃO PAULO (CETESB). 2018. **Norma técnica L5 202, de janeiro de 2018. Coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* - Determinação pela técnica de tubos múltiplos**. 5ª Edição. São Paulo: CETESB. 29 p. 2018.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO (DOU). **Portaria Nº 71, de 22 de abril de 2015**. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=23&data=23/04/2015>.

ENSP. **Falta d'água contribui para o aumento de doenças, diz pesquisador**. Disponível em: <http://www.ensp.fiocruz.br/portal-ensp/informe/site/materia/detalhe/37244>. Acesso em: 28/08/2019.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FERREIRA JÚNIOR, R. L.; PEREIRA, J. B. Análise microbiológica da água de diferentes fontes da Escola Estadual Agrotécnica Afonso Queiroz. **PUBVET**, v. 13, n. 10, p. 1-6, 2019.

G1. **Mais de 80% dos poços perfurados na PB dão água imprópria para consumo ou tem vazão baixa**. Disponível em: <https://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2019/03/22/mais-de-80percent-dos-pocos-perfurados-na-pb-dao-agua-impropria-para-consumo-ou-tem-vazao-baixa.ghtml>. Acesso: 28/12/2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades. Areia/PB**. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/areia/panorama>. Acesso: 22/12/2019.

IRITANI, M. A.; EZAKI, S. **As águas subterrâneas do estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, Instituto Geológico, 106 p., 2012. Disponível em: <http://arquivo.ambiente.sp.gov.br/cea/2014/11/01-aguas-subterraneas-estado-sao-paulo.pdf>. Acesso em: 26/12/2019.

JORNAL DA PARAÍBA. **Paraíba é o segundo estado do país com maior número de municípios em crise hídrica**. 2018. Disponível em: http://www.jornaldaparaiba.com.br/vida_urbana/paraiba-e-o-segundo-estado-pais-com-maior-numero-de-municipios-em-crise-hidrica.html. Acesso em: 28/12/2019.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas, SP, 3ª Edição, Editora Átomo, 294 p., 2010.

LUZ, R. B.; STAGGEMEIER, R.; FRATTA, L. X. S.; LONGO, L. SCHUTZ, R.; SOLIMAN, M. C.; KLUGE, M.; FABRES, R. B.; SCHENKEL, G. C.; BRUNI, F. P.; FLECK, J. D.; PICOLI, S. U.; SPILKI, F. R. Contaminação viral e bacteriana em águas subterrâneas na porção aflorante do Aquífero Guarani, município de Ivoti, RS. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, n. 5, p. 871-880, 2017.

MARTINEZ, M. B.; TRABULSI, L. R. **Enterobacteriaceae**. In: TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F. editores. *Microbiologia*. São Paulo: Atheneu; p. 271-279, 2008.

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, 2017.

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

- PATIAS, I. S.; MICHELON, L.; ROSA, F. P.; SOARES, L. B.; RESMIM, 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. **PERSPECTIVA**, Erechim, v. 40, n. 151, p. 73-82, 2016.
- PINTO-COELHO, R. M.; HAVENS, K. **Aquíferos**. In: PINTO-COELHO, R. M.; HAVENS, K. Gestão de Recursos Hídricos em Tempos de Crise. Porto Alegre: Artmed. 228p. 2016.
- PIRANHA, J. M.; PACHECO, A. **Vírus em águas subterrâneas usadas para abastecimento de comunidades rurais do município de São José do Rio Preto (SP)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 13., 2004, Cuiabá. Livro de resumos... Cuiabá: DNPM, 2004. p. 1-15.
- PONGELUPPE, A. T.; OLIVEIRA, B. D.; SILVA, E. A.; AGUILERA, K. K.; ZITEL, V.; BASTOS, M. F. Avaliação de coliformes totais, fecais em bebedouros localizados em uma instituição de ensino de Guarulhos. **Revista Saúde**, v. 3, n. 2, p. 5-9, 2009.
- REBOUÇAS, A. C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A. DA C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3 ed. São Paulo: Escrituras, p. 269-324, 2006.
- REIS, S. F.; FORTUNA, J. L. Pesquisa de coliformes em água de poços rasos residenciais no município de Teixeira de Freitas-BA. **Revista Ciências do Ambiente On-line**, v. 10. N. 2, p. 43-47, 2014.
- ROCHA, A. G. K.; ROCHA, A. L. R.; SOUZA, R. S. FORTUNA, J. L. Avaliação microbiológica da água de poços rasos próximos a um córrego. **Revista Ciências do Ambiente On-Line**, v. 7, n. 1, p. 28-34, 2011.
- ROSA, C. C. B.; ALMEIDA, F. T.; SANTOS JÚNIOR, E. L.; ALVES, M. G.; MARTINS, M. L. L. Qualidade microbiológica de água de poços provenientes de áreas urbanas e rurais de Campos de Goytacazes (RJ). **Revista Águas Subterrâneas. Suplemento – Anais do XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**, 11 p., 2004. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23603>.
- SALES, M. E. S.; LACERDA, M. C. Análise de coliformes totais e termotolerantes em água de poço de residências no município de Presidente Médici, Rondônia. **Revista Saberes da UNIJIPA**, v. 6, n. 1, p. 41-50, 2017.
- SANTOS, C. J.; OLIVEIRA, I. D.; OLIVEIRA, M. R. N.; FORTUNA, J. L. Pesquisa de coliformes termotolerantes em água de poços escavados de domicílios que não apresentam rede de água e esgoto. **Revista Higiene Alimentar**. v. 24, n. 188/189, p. 160-168, 2010.
- SECO, B. M. S.; BURGOS, T. N.; PELAYO, J. S. Avaliação bacteriológica das águas de bebedouros do campus da Universidade Estadual de Londrina – PR. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 193-200, 2012.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. R. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. São Paulo: Varela; 2010.
- SILVA, A. B.; BRITO, J. M.; DUARTE, J. S.; ALMEIDA, O. E. L. Análise microbiológica da água utilizada para consumo nas escolas de Esperança, Paraíba. **Revista Principia**, n. 37, p. 11-17, 2017.
- SILVA, A. B.; SILVA, J. C.; MELO, B. F.; NASCIMENTO, R. F.; DUARTE, J. S.; SILVA-FILHO, E. D. Análise microbiológica da água de bebedouros nas escolas públicas da cidade de Esperança-PB. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 6, n. 1, p. 15-26, 2019.
- SOUZA, J. R.; MORAES, M. E. B.; SONODA, S. L.; SANTOS, H. C. R. G. Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. **REDE - Revista Eletrônica do Prodema**, v. 8, n. 1, p. 26-45, 2014.
- SOUZA, C. O.; MELO, T. R. B.; MELO, C. S. B.; MENEZES, E. M.; CARVALHO, A. C.; MONTEIRO, L. C. R. *Escherichia coli* enteropatogênica: uma categoria diarréiogênica versátil. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 7, n. 2, p. 79-91, 2016.
- TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 10ª Edição, Porto Alegre: Artmed, 967 p., 2012.
- WHATELY, M.; CAMPANILI, M. **O século da escassez: uma nova cultura de cuidado com a água: impasses e desafios**. 1ª edição – São Paulo: Claro Enigma. – (Coleção agenda brasileira) 2016.
- WHO. **WORLD HEALTH ORGANIZATION. Guidelines for drinking water quality**. Nottingham, 2003. Chapter 7. Draft. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/guidelines/3rd/en/>. Acesso em: 15 dez. 2018.