



## Evaluation of the microbiological quality of water for human consumption and irrigation in regions of Alagoas

### Avaliação da qualidade microbiológica da água para consumo humano e irrigação em regiões de Alagoas

SILVA, Edijane de Oliveira <sup>(1)</sup>; SILVA, Dayane Kelly da <sup>(2)</sup>; FIGUEIREDO, Maria Thalillian Santos <sup>(3)</sup>; SANTOS, Maria Hilma dos <sup>(4)</sup>; SILVA, José Wesley Gabriel da <sup>(5)</sup>; LOPES, Esmeralda Aparecida Porto <sup>(6)</sup>.

<sup>(1)</sup> ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0342-9614>; Graduanda em Ciências Biológicas; Universidade Estadual de Alagoas–UNEAL. Arapiraca, Alagoas/AL, Brasil. Email: edijane.lola@hotmail.com;

<sup>(2)</sup> ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2059-3467>; Graduada em Ciências Biológicas; Universidade Estadual de Alagoas–UNEAL. Arapiraca, Alagoas/AL, Brasil. Email: dayanek.17@outlook.com;

<sup>(3)</sup> ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2374-0872>; Graduada em Ciências Biológicas; Universidade Estadual de Alagoas–UNEAL. Arapiraca, Alagoas/AL, Brasil. Email: mtsfigueiredo9@hotmail.com;

<sup>(4)</sup> ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8592-6977>; Graduada em Ciências Biológicas; Universidade Estadual de Alagoas–UNEAL. Arapiraca, Alagoas/AL, Brasil. Email: hilma2050@gmail.com;

<sup>(5)</sup> ORCID: <https://orcid.gov/0000-0001-6403-4507>; Graduando em Ciências Biológicas; Universidade Estadual de Alagoas–UNEAL. Arapiraca, Alagoas/AL, Brasil. Email: gabrielwess2@gmail.com;

<sup>(6)</sup> ORCID: <https://orcid.gov/0000-0003-3765-0712>; Professora do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Alagoas–UNEAL. Arapiraca, Alagoas/AL, Brasil. E-mail: esmeraldaporto12@gmail.com.

O conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos/as seus/as autores/as.

#### ABSTRACT

Well water is one of the most accessible and indispensable sources for populations that do not have access to the public water supply network. This must be free from pathogenic microorganisms so that it is considered of good quality for consumption. The lack of monitoring of water sources and the population's ignorance of the causes and problems associated with contamination can lead people to acquire several waterborne diseases. This study aimed to evaluate the presence of thermotolerant coliforms in water used for human consumption in seven wells in the state of Alagoas, using the most probable number (MPN) technique. Seven water samples were collected and analyzed in two communities, 5 in a community located in the Alagoas Forest zone and 2 in the Alagoas wild. According to the microbiological analyzes carried out in this work, the results showed that the water used by communities in the interior of the state of Alagoas, was identified as an important risk factor to the health of the population, since all water sources analyzed present indices of total coliforms and *E. coli* above those allowed for human consumption. Regarding irrigation, only 43% of the samples are suitable for irrigation.

#### RESUMO

A água de poços é uma das fontes mais acessíveis e indispensáveis para as populações que não possuem acesso à rede pública de abastecimento hídrico. Esta deve ser isenta de microrganismos patogênicos para que seja considerada de boa qualidade para consumo. A falta de monitoramento das fontes de água e o desconhecimento da população das causas e problemas associados à contaminação podem levar as pessoas a adquirirem diversas doenças de veiculação hídrica. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a presença de coliformes termotolerantes na água usada para consumo humano em sete poços do estado de Alagoas, através da técnica do número mais provável (NMP). Foram coletadas e analisadas 7 amostras de água em duas comunidades, 5 em uma comunidade localizada na zona da mata alagoana e 2 no agreste alagoano. De acordo com as análises microbiológicas realizadas neste trabalho, os resultados demonstraram que a água utilizada pelas comunidades do interior do estado de Alagoas, foram identificadas como um importante fator de risco à saúde da população, visto que todas as fontes de água analisadas apresentam índices de coliformes totais e *E. coli* acima do permitido para consumo humano. Em relação à irrigação, apenas 43% das amostras estão aptas para irrigação.

#### INFORMAÇÕES DO ARTIGO

##### Histórico do Artigo:

Submetido: 19/03/2022

Aprovado: 04/02/2023

Publicação: 10/04/2023



##### Keywords:

Water analysis, Irrigation, Potability, Water sources.

##### Palavras-Chave:

Análise de água, Irrigação, Potabilidade, Fontes de água.

## Introdução

Apesar da necessidade fisiológica de acesso à água ser de todos, há um grande abismo social entre a zona urbana e rural quando se refere ao abastecimento de água com qualidade. Segundo dados do IBGE, 75% das residências rurais não possuem sistemas de tratamento ou de destinação adequados de esgoto que, em geral, é despejado em fossas rudimentares, em valas ou, diretamente, no solo ou em córregos, rios e lagoas. Quanto ao abastecimento de água, 65% das residências rurais captam a água em poços e nascentes muitas vezes contaminados (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2020).

Quando se trata de esgotamento sanitário, o cenário é ainda mais crítico, apenas 4% e 20,3% dos domicílios rurais possuíam coleta de esgoto e fossa séptica, respectivamente, com uma maior desigualdade nas regiões Norte e Nordeste em comparação com as demais regiões do Brasil (Uhr et al, 2016). Nessa linha de raciocínio, sabe-se que os dejetos das localidades que fazem parte dessa realidade, majoritariamente, são lançados *in natura* nos corpos hídricos, comprometendo assim a qualidade da água que abastece essa mesma população gerando inúmeros problemas de saúde pública (Tonetti et al., 2010; Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2020).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2020a), cerca de 8 em cada 10 pessoas que vivem em áreas, principalmente rurais, em todo o mundo, não possuem acesso a serviços básicos de água potável. No Brasil 97% da população tem acesso à água encanada e 63% ao esgotamento sanitário, segundo os indicadores do ODS 6 (Objetivos de desenvolvimento sustentável). Esses dados representam 6 milhões de pessoas sem acesso à água encanada e 78 milhões sem o serviço de tratamento de esgotos (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico [ANA], 2020, p. 4). Diante disso, quando há uma falta de equilíbrio na concentração desses agentes patogênicos no ambiente, acontecem os surtos de doenças e as epidemias, expandindo notadamente a transmissão de doenças de veiculação hídrica (OMS, 2020b).

Entre os organismos indicadores de contaminação de água, a espécie *Escherichia coli* tem sido muito pesquisada mundialmente devido a sua potencialidade em causar danos à saúde pública e a sua recorrência em doenças entéricas. É uma bactéria gram-negativa, presente no trato intestinal de animais homeotérmicos, servindo, portanto, como indicadoras da contaminação de amostras de água por fezes. Apesar de habitar comensalmente o intestino sem causar doenças, apenas uma pequena parte das estirpes apresenta patogenicidade responsável por enfermidades, sendo seis os patótipos (grupos que apresentam diferentes mecanismos de virulência) de *E. coli* diarreiogênica que causam uma variedade de tipos de doenças, constituindo fator de risco relevante principalmente nas comunidades rurais, já que é a população que possui menor acesso às medidas de saneamento (Kuhnert et al., 2000).

Para que a água seja considerada potável, os parâmetros devem estar de acordo com a Portaria de Consolidação do Ministério da Saúde que apresenta as normas e o padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano (Ministério da Saúde [MS], 2021).

Dessa forma avaliar a qualidade microbiológica de amostras de água coletadas em comunidades rurais, é uma importante medida sanitária para melhorar a saúde e as condições de vida dos camponeses através de práticas que controlam doenças disseminadas pela água para o consumo. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar os parâmetros microbiológicos de poços e outras fontes como nascente e cacimba, utilizadas para consumo humano em assentamentos rurais da região norte e agreste de Alagoas.

## **Procedimentos Metodológicos**

### **Local do estudo**

As amostras de água foram coletadas no município de São Luiz do Quitunde, inserido na mesorregião do Leste Alagoano e na microrregião da Mata Alagoana (região 1) e no município de Limoeiro de Anadia, localizado na mesorregião do Agreste Alagoano e na microrregião de Arapiraca (região 2), com as seguintes coordenadas: 09°19'04,8" de latitude sul e 35°33'40,0" de longitude oeste e duas amostras foram: 09°44'27,6" de latitude sul e 36°30'10,8" de longitude oeste, respectivamente (Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais [CPRM], 2005).

Foram escolhidas duas comunidades rurais para compor a amostra de trabalho, o Assentamento Catucá (região 1) e a Comunidade Pé-Leve (região 2), sendo que a coleta da água só foi realizada após uma visita técnica para caracterizar a estrutura das comunidades. Para isso foi aplicado um questionário semiestruturado que tinha por objetivo conhecer o tipo de fonte de água, para que fins é utilizada e se havia um tratamento prévio da água antes do uso. Para que a entrevista fosse feita os agricultores assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecimento – TCLE permitindo assim a realização da pesquisa.

### **Coleta das amostras**

Sete amostras de água de poços artesianos foram coletadas em outubro de 2019 em frascos de polietileno esterilizados. Cinco delas foram provenientes da região 1 e duas amostras da região 2. Imediatamente após a coleta, as amostras foram acondicionadas em caixas isotérmicas contendo gelo e enviadas para o Laboratório de Microbiologia do Polo Tecnológico Agroalimentar de Arapiraca que foram submetidas à análise para a determinação de coliformes totais (Ct) e termotolerantes (CT), que seguiram as metodologias propostas pelo American Public Health Association (APHA), descritas na 4<sup>a</sup> edição do *Compendium of Methods for the*

*Microbiological examination of foods* (Downes & Ito, 2001) e da 21<sup>a</sup> Edição do *Satandard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (Eaton et al., 2005).

### Determinação de coliformes totais e termotolerantes

Os coliformes totais e termotolerantes foram quantificados por meio da técnica do número mais provável (NMP), empregando-se caldo Lauril Sulfato Triptose (LST, Acumedia) como teste presuntivo (incubação a 35 °C por 48 h) e como teste confirmatório o caldo Lactosado Bile Verde Brilhante (LBVB, Acumedia) para coliformes totais (incubação a 35 °C por 48 h) e o caldo *Escherichia coli* (EC, Acumedia) para coliformes termotolerantes (incubação a 44,5 °C durante 24 h em banho-maria). A presença do grupo coliformes foi observada pela turvação do meio e formação de gás em tubos de Duhran.

Para a potabilidade, os valores foram avaliados conforme as recomendações da Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, do Ministério da Saúde (MS, 2021).

Para a irrigação, os valores foram avaliados conforme as recomendações da resolução 357 de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005).

### Resultados e discussão

O perfil dos camponeses entrevistados nas duas regiões revela que a principal fonte de água é a do tipo cacimba (50%). De modo geral, a captação dessa água é utilizada para suprir todas as necessidades humanas dos moradores, além de ser usada na irrigação de cultivos. (Tabela 1).

**Tabela 1.** Características das propriedades rurais nas quais foram colhidas as amostras de água.

<b>Característica</b>	<b>Distribuição (%)</b>
<b>Grau de Escolaridade</b>	
Médio completo	14,3%
Médio Incompleto	0,0%
Fundamental Completo	14,3%
Fundamental Incompleto	71,4%
Não Possui escolaridade	14,3%
<b>Quantidade de pessoas na residência</b>	
Mais que 3	14,3%
Até 3 pessoas	85,7%
<b>Tipos de fonte de água</b>	
Cacimba	50,0%
Lagoa	12,5%
Nascente	12,5%

Poço	25,0%
<b>Possui fossa séptica</b>	
Sim	75,0%
Não	25,0%
<b>Trata a água de alguma forma?</b>	
Sim	11,0%
Não	89,0%
<b>Cultivares</b>	
Abacaxi	5,9%
Acerola	2,9%
Banana	11,8%
Batata	2,9%
Caju	2,9%
Cana	8,8%
Coco	11,8%
Feijão	8,8%
Laranja	8,8%
Macaxeira	11,8%
Maracujá	5,9%
Milho	8,8%
Pimentão	2,9%
Não Possui	5,9%

A maioria dos entrevistados foi do sexo masculino (56%), assim como a faixa etária predominante foi maior de 46 anos. Com relação à escolaridade, predominaram aqueles com o ensino fundamental incompleto (71,4%). A falta de estudo numa determinada população é um indicativo de problemas sociais, pois, estão relacionados com índices de pobreza e até mesmo vulnerabilidade social.

As tabelas 2 e 3 contêm os seguintes dados: camponês o qual disponibilizou a amostra de água para análise, o tipo de fonte de água, a combinação de tubos positivos das triplicatas, o número mais provável (NMP) de acordo com a positividade dos tubos, o intervalo de confiança desses resultados e a condição de uso dessas amostras, se são adequadas ou inadequadas.

De acordo com a portaria nº 888, de 4 de maio de 2021, do Ministério da Saúde, águas destinadas ao consumo humano devem apresentar ausência de coliformes totais e termotolerantes em 100 mL da amostra. Os resultados observados demonstraram que 100% das amostras de água, apresentaram contagens de coliformes totais e coliformes termotolerantes em desacordo com padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação vigente, uma vez que todas apresentaram presença de coliformes em 100ml de água analisada. (Tabela 2).

É sabido que os coliformes totais apontam a possibilidade de poluição fecal, traduzindo como risco potencial de contaminação da água por microrganismos patogênicos, incluindo bactérias, vírus e protozoários. A presença de coliformes termotolerantes em águas não

tratadas indica que a água pode estar poluída com fezes de humanos ou animais, com o risco de serem encontrados microrganismos patogênicos, podendo ocasionar danos à saúde quando ingeridas (Bastos et al., 2000; Oliveira et al., 2012). A água para consumo humano deve, portanto apresentar ausência de *E. coli* ou coliformes termotolerantes.

**Tabela 2.** Número mais provável (NMP/100mL) de coliformes totais em amostras de água coletadas em duas regiões rurais do Estado de Alagoas.

<b>Região 1 (Zona da Mata)</b>							
Camponês	Fonte	Combinações de tubos +	NMP	Intervalo de Confiança (95%)		Condição	
				Mínimo	Máximo	C*. Humano	Irrigação
1	Nascente	3-3-3	>1100	90	1.000	Inadequado	Inadequado
2	Poço	3-3-2	1100	420	-	Inadequado	Inadequado
3	Poço	3-2-0	93	18	420	Inadequado	Adequado
4	Poço	1-0-0	3,6	0.17	18	Inadequado	Adequado
5	Poço	2-1-0	15	3.7	42	Inadequado	Adequado
<b>Região 2 (Agreste)</b>							
6	Cacimba	3-3-2	1100	180	4.100	Inadequado	Inadequado
7	Açude	3-3-3	>1100	420	-	Inadequado	Inadequado

\* Consumo

**Tabela 3.** Número mais provável (NMP/100mL) de coliformes termotolerantes em amostras de água coletadas em duas regiões rurais do Estado de Alagoas.

<b>Região 1 (Zona da Mata)</b>							
Camponês	Fonte	Combinações de tubos +	NMP	Intervalo de Confiança (95%)		Condição	
				Mínimo	Máximo	C*. Humano	Irrigação
1	Nascente	3-2-3	290	90	1.000	Inadequado	Inadequado
2	Poço	3-3-3	>1100	420	-	Inadequado	Inadequado
3	Poço	3-2-0	93	18	420	Inadequado	Adequado
4	Poço	1-0-0	3,6	0.17	18	Inadequado	Adequado
5	Poço	2-1-0	15	3.7	42	Inadequado	Adequado
<b>Região 2 (Agreste)</b>							
6	Cacimba	3-3-2	1100	180	4.100	Inadequado	Inadequado
7	Açude	3-3-3	>1100	420	-	Inadequado	Inadequado

\* Consumo

De acordo com a resolução 357 de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), 43% das amostras estão aptas para irrigação. Sendo as amostras 3, 4 e 5 adequadas para este fim na qual eram amostras de fonte de água do tipo poço, e as amostras 1, 2, 6 e 7 inadequadas para o uso na irrigação. A resolução estabelece que estas devem obedecer aos padrões de limites aceitáveis de coliformes termotolerantes de até 200 unidades por 100ml.

A presença de coliformes nas águas de irrigação de hortaliças pode se tornar um veículo de doenças, pois se essas hortaliças não passarem por um processo de desinfecção, antes do consumo, podem ocasionar enfermidades de veiculação hídricas (Cunha et al., 2012).

Adicionalmente, nota-se que os pontos de coleta advindos de nascente e açude apresentaram o maior Número mais provável de coliformes (NMP). A matéria orgânica é introduzida nos corpos d'água principalmente por meio de lançamento de esgoto doméstico, podendo estar presente em alguns efluentes industriais ou até mesmo naturalmente, como parte dos processos biogeoquímicos (Cunha & Ferreira 2006).

Nanes (2012) e seus colaboradores monitoraram a água de um poço tipo cacimba na comunidade Nascimento, município de São Sebastião, interior do Estado de Alagoas, Brasil. A concentração de oxigênio dissolvido e o pH ligeiramente ácido atestam que o consumo pode estar ocorrendo devido à utilização por micro-organismos. O lixo domiciliar e as fossas sépticas nas áreas próximas ao reservatório têm contribuído para contaminação do lençol freático e não só do poço estudado, mas em toda comunidade, tornando essa água inadequada para o consumo humano com a água contaminada por micro-organismos patogênicos, conclui-se que as hortaliças que são por ela irrigadas, se encontram impróprias para o consumo humano, fazendo-se necessário meios alternativos para a higienização antes de serem consumidas.

Um estudo realizado por Grumicker et al. (2018) avaliaram a qualidade da água de dois poços artesianos em um assentamento do município de Mundo Novo em Mato Grosso do Sul, onde obtiveram como resultado: <1,1 NMP/100mL de coliformes termotolerantes e de coliformes totais.

Cappi (2012) e seus colaboradores avaliaram a qualidade da água e fatores de contaminação de poços rasos na área urbana de Anastácio (MS) e concluíram que havia presença de contaminação por bactérias do grupo coliformes e por cloretos em todas as amostras nas quatro estações analisadas, mesmo nos poços localizados no setor centro que possui melhor adequação de infraestrutura de saneamento básico bem como, uma maior cobertura do serviço de captação de esgoto sanitário público.

## **Considerações Finais**

De acordo com as análises microbiológicas realizadas neste trabalho, os resultados demonstraram que a água utilizada pelas comunidades do interior do estado de Alagoas, foram

identificadas como um importante fator de risco à saúde da população, visto que todas as fontes de água analisadas apresentam índices de coliformes totais e *E. coli* acima do permitido para consumo humano. Em relação a irrigação, apenas 43% das amostras estão aptas para irrigação. Sendo assim, ações para melhoria do saneamento, de educação sanitária, monitoramento da qualidade da água destinada ao consumo humano e manutenção dos sistemas existentes são essenciais, pois previnem o aparecimento de várias doenças, visto que 75% dos entrevistados não possuem acesso ao tratamento de esgotos, e seus dejetos são alocados em fossas sépticas.

## REFERÊNCIAS

- ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). (2020). Conjuntura de Recursos Hídricos no Brasil 2020: Informe anual. <http://conjuntura.ana.gov.br/>.
- Bastos, R. K. X., Bevilacqua, P. D., Nascimento, L. E., Carvalho, G. R. M. & Silva, C. V. (2000). Coliformes como indicadores da qualidade da água: alcance e limitações. [Anais]. Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre. <http://www.ingenieroambiental.com/2info/coliformes.pdf>.
- Cappi, N., Ayach, N. R., Santos, T. M. B. & Guimarães, S. T. L. (2012). Qualidade da água e fatores de contaminação de poços rasos na área urbana de Anastácio (MS). *Geografia Ensino & Pesquisa*, 16 (3), pp. 77 -92. <http://dx.doi.org/10.5902/2236499/7581>.
- CPRM – Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais. (2005). Serviço Geológico do Brasil: Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Limoeiro de Anadia, estado de Alagoas. [rel\\_cadastros\\_limoeiro\\_anadia.pdf](rel_cadastros_limoeiro_anadia.pdf) (cprm.gov.br).
- Cunha, C. L. N. & Ferreira, A. P. (2006) Modelagem matemática para avaliação dos efeitos de despejos orgânicos nas condições sanitárias de águas ambientais. *Caderno de Saúde Pública*, 22 (8), pp. 1715-1725. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2006000800020>.
- Cunha, H. F. A.; Lima, D. C. I.; Brito, P. N. F.; Cunha, A. C.; Silveira Junior, A. M. & Brito, D. C. (2012). Qualidade físico-química e microbiológica de água mineral e padrões da legislação. *Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 7, (3), pp. 155-165. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.908>.
- Downes, F. P. & Ito, H. (2001). Compendium of methods for the microbiological examination of foods. *Ed. Washington: American Public Health Association (APHA)*.
- Eaton, A. D., Clesceri, L. S., Rice, E. W. & Greenberg, A. E. (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, *American Water Works Association, 21st editon. Washington, D.C.*
- Grumicker, M. G. (2018) Qualidade da água de poços artesianos em um assentamento do município de Mundo Novo, Mato Grosso do Sul. *Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental*, 7 (1), pp. 807-821. <https://doi.org/10.19177/rgsa.v7e12018807-821>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2020). Aglomerados Subnormais. Classificação preliminar informações de saúde para o enfrentamento à covid-19: notas técnicas. [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101717\\_notas\\_tecnicas.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101717_notas_tecnicas.pdf).
- Kuhnert, P., Boerlin P. & Frey, J. (2000). Target genes for virulence assessment of *Escherichia coli* isolates from water, food and the environment. *FEMS Microbiology Reviews*, 24(1), pp. 107-117. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1574-6976.2000.tb00535.x>.

Nanes, P. L. M. F, Nanes, D. P. & Farias, E, M. (19 a 22/11/2012). *Qualidade das águas subterrâneas de poços tipo cacimba: um estudo de caso da comunidade nascença – município de São Sebastião – AL*. IN: III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Goiânia/GO. <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/VIII-024.pdf>.

Oliveira, J. P. W., Santos, R. N. D. & Boeira, J. M. (2012). Genotoxicidade e Análises Físico- Químicas das águas do Rio dos Sinos (RS) usando *Allium cepa* e *Eichhornia crassipes* como bioindicadores. *BBR- Biochemistry and Biotechnology Reports*, 1(1), pp. 15-22. <http://dx.doi.org/10.5433/2316-5200.2012v1n1p15>.

OMS. (2020a). World health statistics: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals. *Geneva: World Health Organization*. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/332070/9789240005105-eng.pdf>.

OMS. (2020b). Technical brief on water, sanitation, hygiene and wastewater management to prevent infections and reduce the spread of antimicrobial resistance. *World Health Organization (WHO), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and World Organisation for Animal Health (OIE)*. [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/wash-wastewater-management-to-prevent-infections-and-reduce-amr/en/](https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/wash-wastewater-management-to-prevent-infections-and-reduce-amr/en/).

Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde. (2021). *Diário Oficial da União*. [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prto888\\_07\\_05\\_2021.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prto888_07_05_2021.html).

Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente. (2005). [http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO\\_CONAMA\\_n\\_357.pdf](http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf)

Tonetti, A. L., Coraucci Filho, B., Bertoncini, E. I., Oliveira, R. A. & Stefanutti, R. (2010). Avaliação de um sistema simplificado de tratamento de esgotos visando à utilização em áreas rurais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14, (2), pp. 227-234. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010000200015>

Tundisi, J. G. & Matsumura-Tundisi, T. (2020). A Água. São Carlos: Scienza. [https://sbhsf.com.br/wp-content/uploads/2020/08/novo\\_A\\_AGUA.pdf](https://sbhsf.com.br/wp-content/uploads/2020/08/novo_A_AGUA.pdf).

Uhr, J. G. Z., Schmechel, M & Uhr, D. A. P. (2016). Relação entre saneamento básico no Brasil e saúde da população sob a ótica das internações hospitalares por doenças de veiculação hídrica. *Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace*, 7, (2), pp. 1-3. <http://dx.doi.org/10.13059/racef.v7i2.104>.