

CAPÍTULO 17

AVALIAÇÃO DE RISCO RELATIVO DE DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA DE FONTES DE ABASTECIMENTO INDIVIDUAL DE ÁGUA SUBTERRÂNEA LOCALIZADAS NO BAIRRO GURIRI, SÃO MATEUS-ES

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 05/02/2021

Bruna Bonomo Cosme

MULTIVIX- campus Nova Venécia

São Mateus- Espírito Santo

<http://lattes.cnpq.br/7003520473232556>

Tamires Lima da Silva

Departamento de Engenharia Rural e Socioeconomia, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Unesp, campus Botucatu Botucatu- São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/7760310583317421>

Fernando Soares de Oliveira

Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) Linhares-ES
Linhares-Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/4309028736739229>

Talita Aparecida Pletsch

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Campus Montanha Montanha- Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/7803010153679921>

Daniela Teixeira Ribeiro

MULTIVIX- campus Nova Venécia São Mateus- Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/1685562633139462>

Yuri Graciano Bissaro Romualdo

MULTIVIX- campus Nova Venécia São Mateus- Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/0657743207068887>

Abraão Welson de Souza

EEEFM Wallace Castello Dutra São Mateus- Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/5749169949987692>

RESUMO: A água subterrânea, uma das principais fontes de abastecimento individual para consumo humano utilizada no bairro Guriri, São Mateus-ES, tem potencial de transmitir doenças de veiculação hídrica devido à presença de microrganismos patogênicos, como bactérias do grupo coliformes totais e fecais. Entre as bactérias do grupo coliformes, a *Escherichia coli* (*E. coli*) é frequentemente utilizada como microrganismo indicador de contaminação fecal. Considerando a *E. coli* como microrganismo indicador, pesquisadores do Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos, desenvolveram uma metodologia para a avaliação do risco relativo de doenças em fontes de água destinadas ao consumo humano. No Brasil, a Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/2011, estabelece o padrão de potabilidade da água para consumo humano, sendo disposto que a água destinada ao consumo humano deve apresentar ausência de coliformes totais e *E. coli* em 100 mL. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a potabilidade e os níveis de risco relativo de doenças de veiculação hídrica em fontes de abastecimento individual de água subterrânea no bairro Guriri, São Mateus-ES, Brasil. No período de outubro a novembro de 2017 foram coletadas 42 amostras de poços tubulares usados para consumo humano, as quais foram submetidas a análises dos parâmetros coliformes

totais e *E. coli*. Os resultados apontaram altos níveis de contaminação bacteriana, uma vez que 90,47% das amostras de água subterrânea atestaram presença de coliformes totais e 28,57% apresentaram valores positivos para *E. coli*. Na análise de risco relativo de doenças de veiculação hídrica 69,04% das amostras apresentaram risco relativo baixo, 23,8% risco relativo moderado, 4,76% risco relativo alto e 2,38% risco relativo muito alto.

PALAVRAS-CHAVE: Consumo humano, Poços Tubulares, *Escherichia coli*, Coliformes totais, Saúde Pública.

ASSESSMENT OF RELATIVE RISK OF WATERBORNE DISEASES OF INDIVIDUAL GROUNDWATER SOURCES IN THE GURIRI NEIGHBORHOOD, SÃO MATEUS-ES

ABSTRACT: Groundwater, one of the main sources of individual supply for human consumption used in the Guriri neighborhood, São Mateus-ES, has the potential to transmit water-borne diseases due to the presence of pathogenic microorganisms, such as total coliform and fecal group bacteria. Among the bacteria of the coliform group, *Escherichia coli* (*E. coli*) is often used as an indicator microorganism of fecal contamination. Considering *E. coli* as an indicator microorganism, researchers from the United Nations Program for Human Settlements have developed a methodology for the evaluation of the relative risk of waterborne diseases in water sources destined for human consumption. In Brazil, the Ministry of Health Ordinance No. 2914/2011 (Brazilian Drinking water Guidelines), establishes the standards of water potability for human consumption, and determines that any water used for human consumption should be free of total coliforms and *E. coli* in 100 mL. In this context, the objective of this work was to evaluate the potability and the levels of relative risk of waterborne diseases in individual sources of groundwater supply in the Guriri neighborhood, São Mateus-ES, Brazil. From October to November 2017, 42 samples were collected from tubular wells used for human consumption, which were submitted to analysis of total coliform and *E. coli* parameters. The results showed high levels of bacterial contamination, since 90.47% of the groundwater samples attested the presence of total coliforms and 28.57% showed positive values for *E. coli*. In the analysis of relative risk of waterborne diseases 69.04% of the samples presented low relative risk, 23.8% moderate relative risk, 4.76% high relative risk and 2.38% very high relative risk.

KEYWORDS: Human consumption, Tubular wells, *Escherichia coli*, Total coliform, Public Health.

INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta disponibilidade de água subterrânea em torno de 14.650 m³/s sendo sua qualidade condicionada por diversas variáveis como: regime de chuvas, cobertura vegetal, geologia, escoamento superficial, lançamento de efluentes, entre outros (ANA, 2018).

De acordo com Instituto Trata Brasil (2019), o atendimento doméstico é a principal finalidade da água subterrânea, representando a única fonte de água disponível para muitas localidades brasileiras. Também, o recurso hídrico subterrâneo obtido através de perfuração

de poços particulares apresenta-se como uma fonte alternativa ou complementar de água para consumo como reposta a falta de cobertura de abastecimento público ou em virtude do menor custo quando comparado ao valor cobrado pela água fornecida por operadoras do serviço público.

Microrganismos potencialmente patogênicos (bactérias, vírus, protozoários e helmintos) podem estar presentes na água subterrânea destinada ao consumo humano. Os efeitos destes microrganismos a saúde pública variam desde provocar uma gastroenterite leve a resultar em uma diarreia grave ou fatal. Também, pode provocar disenteria, hepatite e febre tifoide representando risco de surgimento de surtos dessas doenças (WHO, 2011).

A Portaria do Ministério da Saúde Nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 apresenta o padrão de qualidade necessário para água destinada ao consumo humano, definindo solução alternativa individual de abastecimento como a modalidade de abastecimento de água que atenda domicílios residenciais com uma única família (BRASIL, 2011). Segundo o padrão microbiológico da água definido pela referida Portaria, a água para consumo humano deve apresentar ausência em 100 mL das bactérias coliformes totais e coliformes fecais (*Escherichia coli*).

É importante que os usuários conheçam se a água subterrânea consumida apresenta qualidade microbiológica que permita seu uso seguro ou se existe risco à saúde pública devido à presença de microrganismos patogênicos. Considerando a bactéria *Escherichia coli* (*E. coli*) como microrganismo indicador o Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos desenvolveu uma análise de risco relativo de doenças de veiculação hídrica para águas destinadas ao consumo humano (UN-HABITAT, 2010).

O recurso hídrico subterrâneo é a fonte de abastecimento individual de água mais utilizada por moradores do bairro Guriri, São Mateus-ES. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a potabilidade e os níveis de risco relativo de doenças de veiculação hídrica em fontes de abastecimento individual de água subterrânea no bairro Guriri, São Mateus-ES, Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no bairro Guriri, São Mateus-ES (Figura 2). Inicialmente, foi aplicado um questionário aos alunos da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio “Wallace Castello Dutra” (Figura 3) para observação do uso de água subterrânea como fonte de abastecimento individual de água. Entre os questionários aplicados foram selecionados 42, que caracterizaram os pontos de coleta de amostras de água subterrânea captada através de poços tubulares. Os pontos de coletadas foram georreferenciados com uso do *Global Positioning System-GPS* Garmin eTrex 20X (Figura 1B). Entre os meses de outubro e novembro de 2017 quarenta e duas amostras de água subterrânea foram coletadas em sacos plásticos estéreis de 100 ML c/ tiossulfato marca Nasco Whirl-Pak

(Figura 1A). Imediatamente após a coleta, as amostras foram armazenadas em caixas de isopor contendo gelo e conduzidas para o laboratório de Microbiologia da escola EEEFM “Wallace Castello Dutra” onde foram conduzidas análises dos parâmetros microbiológicos: coliformes totais e *E. coli* com uso do teste Colilert, conforme *Standard Methods 9223B: Enzyme Substrate Coliform Test* (APHA, 2012) e placas de contagem 3MTM Petrifilm™ conforme método NMKL (147.1993) (3M PETRIFILM, 2019).



Figura 1. A) Saco plástico estéril de 100 ML c/ tiosulfato B) GPS Garmin eTrex 20X.



Figura 2. Mapa da localização do bairro Guriri no município de São Mateus-ES.

QUESTIONÁRIO PARA LEVANTAMENTO DE DADOS CIENTÍFICOS

Prezado (a) participante,

Somos bolsistas vinculados a FAPES (Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo) do Projeto de Iniciação Científica Junior (ICJ) intitulado: **“Mapeamento e Avaliação da Potabilidade da Água Subterrânea em Poços Artesianos no Bairro Guriri, São Mateus-ES”**, cujos objetivos principais são: realizar um levantamento dos usuários da água do manancial subterrâneo de Guriri, captada através de poços artesianos, e avaliar a qualidade bacteriológica e físico-química da água captada. Começaremos nossa pesquisa conhecendo quais as famílias dos alunos da nossa escola E.E.E.F. M “Wallace Castello Dutra” possuem poços tubulares em casa.

Sua participação envolve o preenchimento de um pequeno questionário que elaboramos e que servirá de base para a realização das nossas atividades de campo. A participação é voluntária e se você decidir não participar ou quiser desistir de continuar em qualquer momento, tem absoluta liberdade de fazê-lo.

Mesmo não tendo benefícios diretos em participar, indiretamente você estará contribuindo para a produção de conhecimento científico sobre o tema.

Aluno:	
Turma:	Turno:
Nome do pai/mãe:	
Endereço:	
Telefone:	
1. Quantas pessoas moram na sua casa, contando com você? () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () acima de 7 pessoas.	
2. Na sua casa existe captação de água através de poço tubular? () Sim () Não	
3. A água captada através do poço tubular na sua casa passa por algum tipo de tratamento (adição de hipoclorito de sódio, uso de filtros vela ou de areia, fervura)? () Sim () Não	
Caso afirmativo escreva qual o tratamento utilizado:	

Figura 3. Questionário utilizado no levantamento de dados científicos.

Para a análise relativa de risco de doenças conforme metodologia proposta pelo Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (UN-HABITAT, 2010), é necessário a observação dos resultados dos testes Colilert e Petrifilm. A análise relativa de risco de doenças correlaciona os resultados obtidos para presença e concentração da bactéria *E. coli* nos testes Colilert e Petrifilm, respectivamente. Os graus de risco são divididos em quatro categorias: baixo, moderado, alto e muito alto, conforme Tabela 1.

Florescência no teste Colilert (presença da <i>E. Coli</i> em 10 mL)	Resultados Petrifilm contagem <i>E. Coli</i>	Nível de Risco
Negativo	0	Baixo
Positivo	0	Moderado
Positivo	1-10	Alto
Positivo	>10	Muito alto

Tabela 1. Avaliação de risco relativo de fontes de abastecimento de água conforme metodologia proposta pelo Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos

Fonte: UN-HABITAT (2010, p.10)

RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos para presença e contagem da bactéria *E. coli* através dos testes Colilert e Petrifilm e as coordenadas UTM dos pontos de coleta. Observa-se que 71,42% (n =30) das 42 amostras de água subterrânea captadas através de poços tubulares apresentaram resultado negativo para bactéria *E. coli* (coliforme fecal), enquanto que 28,57% (n=12) apresentaram valores positivos para *E. coli*. No trabalho desenvolvido por Rezende et al. (2014), em 35% dos poços tubulares de fontes de água subterrânea analisados foi detectada a presença da *E. coli*. Avila, Winkler e Carmona (1989) ao analisarem os casos de diarreia para as cidades de Navojoa e Ciudad Obregón localizadas no México, verificaram que altos índices de casos de diarreia (116/1.000 hab.) na cidade de Navojoa estavam relacionados a altas taxas de contaminação da água por coliformes fecais (43%) em relação a baixa incidência de casos de diarreia (49/1.000 hab.) na cidade de Ciudad Obregón com uma menor taxa de contaminação da água por coliformes fecais (6%). Assim, os resultados obtidos para contaminação das fontes de abastecimento individual de água subterrânea por *E. coli* indicam que há riscos de desenvolvimento de doenças de veiculação hídrica para os usuários residentes no bairro Guriri, São Mateus-ES.

ID	Data da Coleta	X (UTM)	Y (UTM)	<i>E. coli</i> (Colilert)	<i>E. coli</i> (Petrifilm)
1	14/10/2017	418786	7928673	Positivo	0
2	14/10/2017	419990	7927616	Negativo	0
3	14/10/2107	420062	7928121	Negativo	0
4	14/10/2017	420315	7927992	Negativo	0
5	14/10/2017	420079	7928359	Negativo	0
6	14/10/2017	420440	7927939	Negativo	0
7	14/10/2017	420850	7928332	Negativo	0
8	14/10/2017	420529	7928177	Negativo	0

9	14/10/2017	419384	7929144	Negativo	0
10	14/10/2017	420919	7926678	Negativo	0
11	14/10/2017	420299	7927709	Negativo	0
12	21/10/2017	421220	7928800	Negativo	0
13	21/10/2017	420890	7926400	Negativo	0
14	21/10/2017	419066	7928696	Negativo	0
15	21/10/2017	420118	7928861	Negativo	0
16	21/10/2017	419057	7928683	Negativo	0
17	21/10/2017	419081	7926736	Negativo	0
18	21/10/2017	420818	7926303	Negativo	0
19	21/10/2017	419580	7923827	Negativo	0
20	21/10/2017	419702	7928259	Positivo	1
21	21/10/2017	419005	7929078	Negativo	0
22	04/11/2017	419264	7928995	Negativo	0
23	04/11/2017	419551	7927766	Positivo	0
24	04/11/2017	420401	7927095	Negativo	0
25	04/11/2017	419549	7927949	Negativo	0
26	11/11/2017	419846	7928004	Positivo	0
27	11/11/2017	420968	7926423	Negativo	0
28	11/11/2017	420259	7928049	Negativo	0
29	11/11/2017	420140	7928140	Negativo	0
30	11/11/2017	420730	7927744	Negativo	0
31	11/11/2017	421097	7926944	Negativo	1
32	11/11/2017	420176	7927977	Positivo	0
33	11/11/2017	419690	7928346	Positivo	0
34	25/11/2017	420527	7928173	Negativo	0
35	25/11/2017	419362	7928639	Negativo	0
36	25/11/2017	420130	7927866	Negativo	0
37	25/11/2017	419546	7928260	Positivo	0
38	25/11/2017	419239	7928598	Positivo	0
39	25/11/2017	420204	7926856	Positivo	0
40	25/11/2017	419634	7928063	Positivo	0
41	25/11/2017	420134	7929142	Positivo	90
42	25/11/2017	421211	7928457	Positivo	0

Tabela 2. Coordenadas UTM dos pontos de coleta de água e resultados obtidos para *E. coli*.

Com os dados da Tabela 2 foi realizada a avaliação de risco relativo de doenças de veiculação hídrica das amostras provenientes de fontes de abastecimento individual de

água subterrânea. Os resultados estão apresentados na Figura 4. Destaca-se que 69,04% (n=29) das amostras apresentaram risco relativo baixo para doenças de veiculação hídrica, 23,8% (n=10) risco relativo moderado, 4,76%(n=2) risco relativo alto e 2,38% (n=1) risco relativo muito alto.

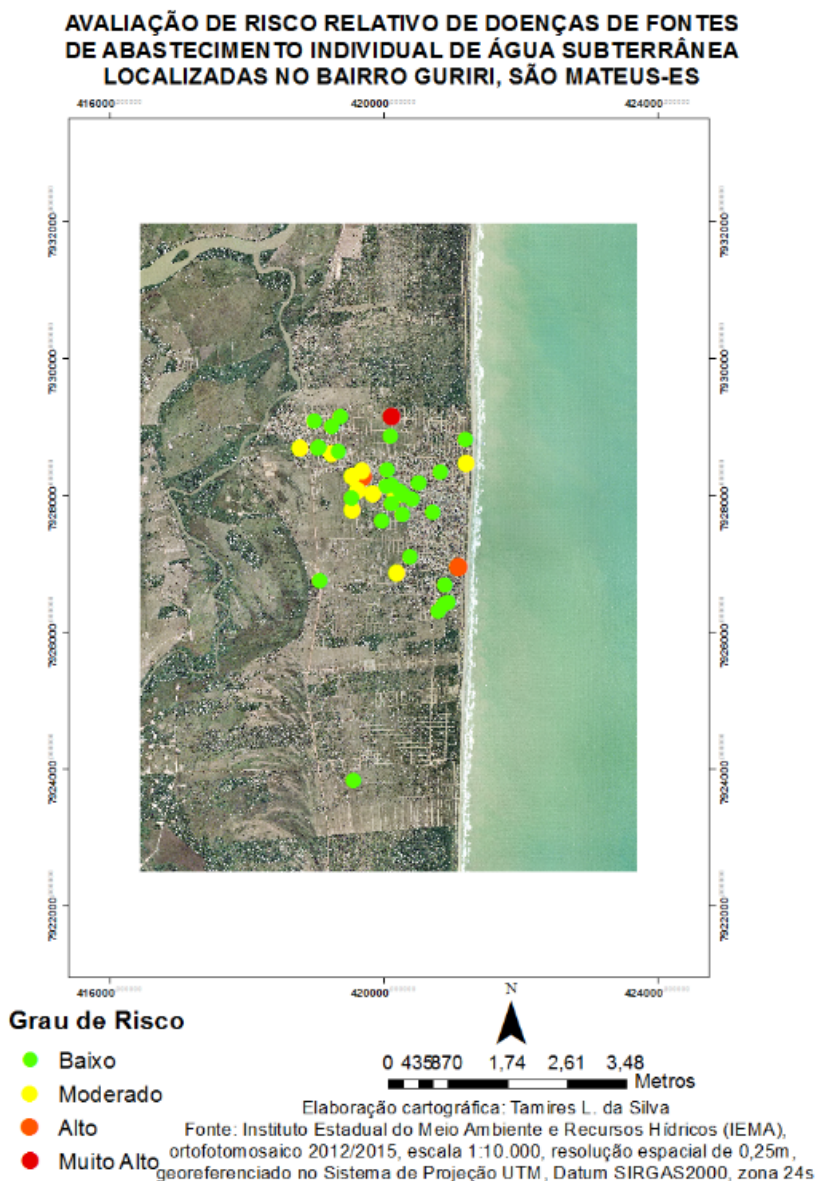


Figura 4: Mapa da avaliação de risco relativo de doenças de veiculação hídrica das amostras provenientes de fontes de abastecimento individual de água subterrânea no bairro Guriri, São Mateus-ES.

Para o uso seguro de fontes de abastecimento individual de água subterrânea para consumo humano é necessário que ela esteja em acordo com o padrão de potabilidade da água estabelecido pela Portaria MS nº 2.914/2011 que determina que, para o parâmetro microbiológico coliformes totais é necessário ausência em 100 mL (BRASIL, 2011). As Figuras 5 e 6 representam o valor encontrado na contagem de coliformes totais e o percentual de resultados positivos e negativos, respectivamente, para as amostras de água subterrânea proveniente de fontes de abastecimento individual no bairro Guriri, São Mateus-ES. As análises microbiológicas indicam a presença de coliformes totais na faixa de 0-300 UFC/100 mL, sendo o valor máximo encontrado (300 UFC/100 mL) no ponto de coleta nº 27 (Figura 5), mesmo com um valor de coliformes totais elevado não foi detectada a presença de *E. Coli* para este ponto (Tabela 2). De todas as amostras analisadas apenas quatro apresentaram ausência de coliformes totais em 100 mL, representando um percentual 9,52% (n=4), logo em 90,47% (n=38) das amostras foi detectada a presença de coliformes totais (Figura 6). Resultado semelhante foi encontrado por Silva e Araújo (2003) na análise da qualidade de águas subterrâneas utilizada para consumo humano em áreas urbanas de Feira de Santana (BA), onde 90,8% das amostras apresentaram valores positivos para coliformes totais.

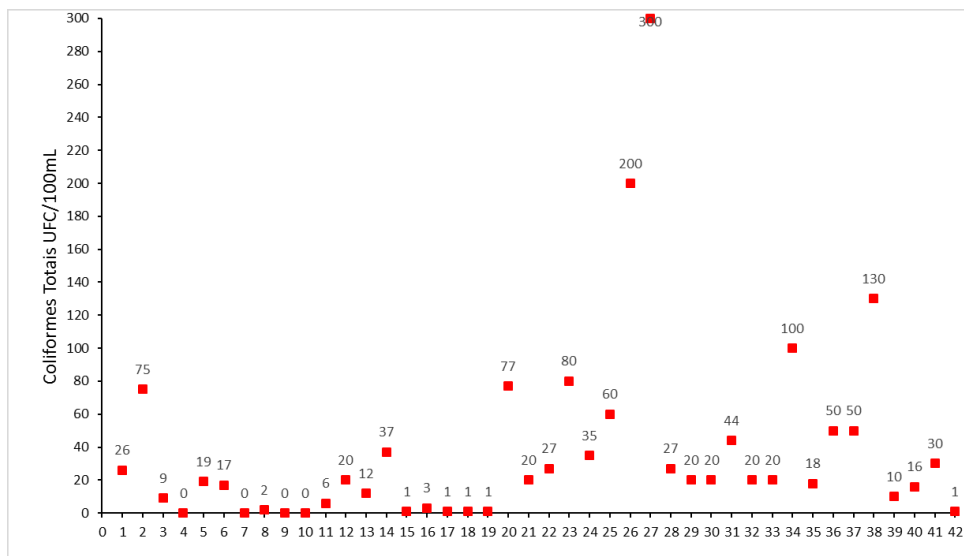


Figura 5: Valores obtidos para o parâmetro microbiológico coliformes totais para as amostras provenientes de fontes de abastecimento individual de água subterrânea no bairro Guriri, São Mateus-ES.

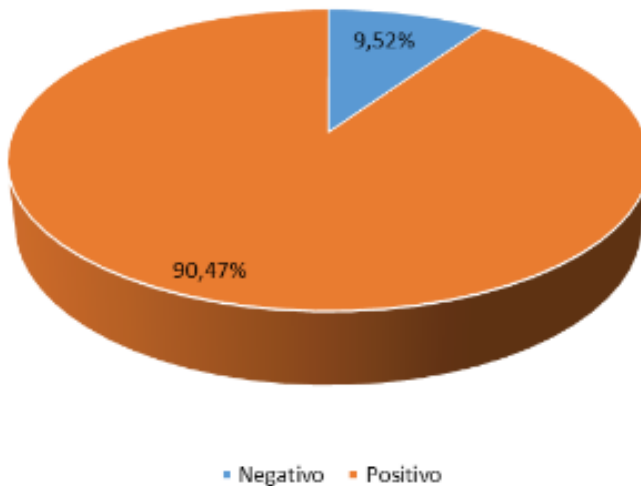


Figura 6. Percentual de coliformes totais nas amostras provenientes de fontes de abastecimento individual de água subterrânea no bairro Guriri, São Mateus-ES.

CONCLUSÕES

De acordo com a análise relativa de risco de doenças relacionadas a água para consumo humano, conforme metodologia proposta pelo Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos, na qual é considerada a presença e concentração de *E. coli* nas amostras de água, as fontes de abastecimento individual de água subterrânea apresentaram grau de risco à saúde pública moderado a muito alto, sendo um percentual de 23,8% para risco relativo moderado, 4,76% para risco relativo alto e 2,38% para risco relativo muito alto. Contudo, a maioria das amostras analisadas (69,04%) apresentaram risco relativo baixo para o desenvolvimento de doenças de veiculação hídrica.

Conforme o valor máximo permitido-VMP para o parâmetro microbiológico coliformes totais pela Portaria MS nº 2914/2011 (Ausência de coliformes totais em 100 mL), grande parte das fontes de abastecimento individual de água subterrânea captadas através de poços tubulares por moradores do bairro Guriri, São Mateus-ES estão impróprias para consumo humano. Uma vez que, foi detectada contaminação bacteriana em 90,47% das amostras analisadas, evidenciando a existência de risco à saúde pública devido ao desenvolvimento de doenças de veiculação hídrica pela população usuária.

AGRADECIMENTOS

Estudo financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo – FAPES, Projeto de Iniciação Científica Junior TO 920/ 2015.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2018**: informe anual. Brasília-DF: Agência Nacional de Águas, 2018. 72 p. Disponível em: <<http://conjuntura.ana.gov.br/>>. Acesso em: 08 maio 2019.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Washington DC, 22 th. ed., 2012.

AVILA, H. G.; WINKLER, S. B.; CARMONA, H. B. Calidad del agua potable e incidencia de gastroenteritis en dos ciudades del estado de Sonora, México. **Salud Pública de Mexico**, Cuernavaca, Morelos, MX, v. 31, n. 3, p.299-304, 1989.

BRASIL. **Portaria nº 2914, de 14 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Diário Oficial da União, 14 dez. 2011.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **A revolução silenciosa das águas subterrâneas no Brasil**: uma análise da importância do recurso e os riscos pela falta de saneamento. 2019. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/aguas-subterraneas-e-saneamento-basico/Estudo_aguas_subterraneas_FINAL.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2019.

3M PETRIFILM. **Guia de Interpretação**. [S.l.]: 3m™ Petrifilm™, 2019. Placa para Contagem de E.coli e Coliformes Método NMKL (147.1993). Disponível em: <<http://multimedia.3m.com/mws/media/5868570/guia-interpr-petrefilm-ecoli-e-coliformes.pdf?fn=GuiaPetrifilmColiforEcoli.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2019.

REZENDE, D. et al. Avaliação da qualidade da água subterrânea utilizada em propriedades rurais produtoras de hortaliças e na área urbana da região de Maringá PR. In: XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 17., 2014, Belo Horizonte. **Anais**, [...]. Belo Horizonte: XVIII CBAS, 2014. p. 1 - 10. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28277>>. Acesso em: 01 jun. 2019.

SILVA, R. C. A.; ARAÚJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciência & Saúde Coletiva**, [S.l.], v. 8, n. 4, p.1019-1028, 2003. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-81232003000400023>.

UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME (UN-HABITAT). **A Practical Method for Rapid Assessment of the Bacterial Quality of Water**. Nairobi, Kenya: United Nations Human Settlements Programme 2010, 2010. Disponível em: <<https://gwopa.org/en/resources-library/a-practical-method-for-rapid-assessment-of-the-bacterial-quality-of-water-a-field-based-guide>>. Acesso em: 01 jun. 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION-WHO. **Guidelines for drinking-water quality**. 4. ed. Geneva, Switzerland: Who Library Cataloguing-in-publication Data, 2011. Disponível em: <<https://apublica.org/wp-content/uploads/2014/03/Guidelines-OMS-2011.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2019.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ácidos graxos 99

Afluentes 129, 234, 238, 239, 339

Agricultura 84, 137, 140, 144, 145, 170, 171, 181, 182, 185, 189, 202, 203, 222

Águas pluviais 96, 118, 120, 127, 128, 129, 132, 134, 240

Águas residuais 77, 86, 100, 115, 118, 120, 154

Águas subterrâneas 103, 104, 105, 106, 108, 109, 112, 114, 134, 137, 139, 141, 145, 149, 150, 151, 152, 212, 214

Aproveitamento energético 85, 94, 96, 97

Aquífero 106, 114, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 144, 145, 149, 150, 151, 152

Aterro sanitário 32, 94, 96, 97, 98, 99, 100, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 110, 112, 113, 114

Atividade antrópica 156

B

Bacia hidrográfica 141, 154, 156, 229, 274, 275, 276, 281, 285, 286, 288, 297, 300

Bactérias 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 182, 183, 204, 206, 249, 332

Biodegradabilidade 334, 335, 339

Biodiversidade 180, 232, 245

Biogás 94, 96, 97, 99, 100

C

Chorume 96, 108, 111, 112, 113

Coleta seletiva 71, 74, 80

Coliformes fecais 107, 206, 209, 233

Coliformes totais 105, 107, 109, 112, 139, 204, 205, 206, 207, 212, 213

Combustíveis renováveis 100

Composto orgânico 89

Conselho nacional de meio ambiente (CONAMA) 34

Contaminação do solo 110, 112

Cor 30, 147, 173, 175, 187, 188, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 244, 247, 248, 249, 335, 336, 337, 338, 339

Corpos hídricos 95, 96, 113, 128, 233, 238, 239, 240

Crescimento populacional 39, 83, 95, 155, 230, 231, 236

D

Decomposição anaeróbia 94, 95
Degradação ambiental 37, 38, 72, 153, 230, 240
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) 105, 109, 111, 233
Demanda química de oxigênio (DQO) 105
Descarte 8, 25, 49, 57, 58, 59, 60, 64, 67, 71, 73, 74, 76, 77, 80, 81, 239, 247, 295
Desenvolvimento sustentável 26, 35, 58, 69, 151, 152, 181, 294, 320
Dióxido de carbono (CO₂) 94, 95, 96, 99
Doenças de veiculação hídrica 69, 154, 204, 205, 206, 209, 210, 211, 213, 230

E

Ecosistema 81
Educação ambiental 5, 7, 33, 35, 49, 58, 71, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 185, 195, 240, 352
Efeito estufa 95, 99
Efluentes 16, 96, 105, 106, 107, 108, 111, 113, 114, 127, 128, 133, 134, 145, 149, 153, 156, 158, 205, 230, 231, 232, 238, 239, 240, 241, 246, 339, 342, 352
Escoamento pluvial 320, 321
Esgoto doméstico 235, 242, 290
Estação de tratamento de esgoto (ETE) 134, 352

G

Geoprocessamento 67, 289, 291, 293
Gerenciamento de resíduos 1, 2, 9, 10, 13, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 26, 33, 34, 35, 36, 49, 71, 81

I

Impacto ambiental 104, 108, 112, 241
Infraestrutura urbana 149, 155
Instituto brasileiro de geografia e estatística (IBGE) 12, 39, 55, 59, 68, 69, 269, 273

L

Lagoas de estabilização 103, 105, 107, 108, 111, 113, 114
Lixo 13, 34, 36, 49, 64, 77, 81, 83, 92, 128
Lodos ativados 99, 130

M

Meio ambiente 2, 7, 10, 11, 13, 14, 20, 21, 23, 24, 26, 32, 34, 40, 58, 68, 69, 72, 76, 79, 80, 81, 82, 102, 103, 104, 113, 116, 120, 128, 134, 182, 200, 201, 251, 270, 320, 333

Micro-organismos 31

P

Parâmetros físico-químicos e biológicos 231, 352

Patogênicos 8, 31, 204, 206

Política nacional de resíduos sólidos (PNRS) 4, 10, 11, 12, 35, 58, 68

Política nacional do meio ambiente (PNMA) 20, 26, 34

Poluição 14, 49, 72, 100, 121, 122, 141, 154, 156, 158, 170, 229, 230, 231, 244, 245, 246, 247, 251, 290, 294, 295

Poluidor-pagador 26

Potabilidade da água 140, 204, 212

Preservação ambiental 13, 14, 171

R

Radiação solar 330, 331, 333, 334, 335, 339, 352

Reaproveitamento 1, 4, 5, 8, 9, 26, 83, 85, 86, 87, 91, 96, 100

Reciclagem 1, 3, 7, 9, 12, 15, 17, 19, 20, 26, 49, 52, 64, 72, 74, 80, 84, 92

Recursos hídricos 66, 68, 102, 134, 140, 145, 150, 151, 152, 154, 158, 160, 214, 225, 241, 242, 243, 245, 266, 273, 274, 275, 286, 288, 289, 290, 291, 294, 295, 300, 340

Recursos naturais 14, 66, 72, 95, 145, 171, 245, 274

Resíduos biológicos 25, 29, 31

Resíduos perigosos 21, 23, 24, 35, 36, 100

Resíduos químicos 29, 30, 31, 35

Resíduos recicláveis 31

Resíduos sólidos 1, 2, 4, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 20, 21, 23, 24, 34, 35, 36, 37, 49, 52, 53, 57, 58, 60, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 72, 82, 83, 85, 90, 91, 92, 93, 100, 103, 104, 113, 153, 156, 232, 239, 290, 295

Reutilização 3, 4, 5, 7, 9, 11, 12, 15, 18, 21, 26, 52, 81, 352

S

Saneamento básico 58, 59, 68, 69, 118, 129, 154, 157, 168, 229, 230, 231, 233, 235, 236, 237, 240, 241, 242, 245, 252, 266, 269, 303, 306, 340

Segregação de resíduos 17, 35

Sistema de esgotamento sanitário 123, 128, 239, 269, 292, 293, 300

Sistema nacional de informações sobre saneamento (SNIS) 58, 68, 231, 273

Sustentabilidade 9, 11, 12, 39, 40, 54, 72, 81, 91, 104, 146, 148, 160, 181, 183, 184, 319, 328

T

Tratamento biológico 96, 331

Turbidez 66, 233, 244, 247, 248, 249, 251, 337, 338, 339

V

Valor máximo permitido (VMP) 108, 140, 213, 244, 248, 249