

QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA POR AGRICULTORES DA REGIÃO DO CAPARAÓ CAPIXABA

Pedro Henrique Pinto da Silva Fonseca, Ludimilla Laís Motta Nascimento, João Vitor de Aguiar Paulúcio, Felipe Pereira Aguiar Cunha de Almeida, Pedro Antônio Venial Cordeiro, Giovanni de Oliveira Garcia.

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Alto universitário, SNº, Centro - 29500-000 – Alegre - ES, Brasil, pedro.h.fonseca@edu.ufes.br, ludimilla.nascimento@edu.ufes.br, joao.paulucio@edu.ufes.br, felipe.p.almeida@edu.ufes.br, pedro.a.cordeiro@edu.ufes.br, giovanni.garcia@ufes.br.

Resumo

Promover a avaliação da qualidade da água no meio rural torna-se importante uma vez que torna-se possível produzir informações que contribuam para a melhoria das condições de vida dos residentes neste setor. Neste sentido, desenvolveu-se um estudo extensionista que buscou avaliar a qualidade da água utilizada no meio rural da região do Caparaó Capixaba. O estudo foi desenvolvido em parte do ano de 2022, no decorrer do ano de 2023 e parte do ano de 2024 onde foram realizadas 422 análises de água obtidas em diferentes propriedades rurais na região de estudo. A avaliação da qualidade da água foi desenvolvida quantificando as variáveis físicas, químicas e microbiológicas e os valores das variáveis foram organizados considerando o período chuvoso ou seco de cada ano. Por meio dos resultados obtidos, verificou-se que os períodos chuvosos e secos não interferiram diretamente na qualidade da água e a presença de coliformes foi a variável que mais contribuiu para limitação do uso da água na região de estudo.

Palavras-chave: Saneamento rural. Poluição hídrica. Nascentes. Bacia hidrográfica.

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônômica/Engenharia Agrícola/Saneamento Rural

Introdução

As discussões a respeito da oferta de água em áreas urbanas são correlacionadas ao atendimento da população de setores industriais. Por outro lado, em áreas rurais, a existência parcial de sistemas rurais para o tratamento do esgoto juntamente com os resíduos gerados nas atividades agropastoris e agrícolas, contribuem para aumentar os riscos de contaminação das fontes utilizadas pelos moradores.

Apesar da redução das doenças infecto parasitárias alcançadas por meio da adoção de variadas medidas de saneamento, as doenças de veiculação hídrica ainda podem causar a mortalidade, especialmente entre a população mais vulnerável como idosos e crianças (Porto, 2009). Por sua vez, Rocha et al. (2006), apontam que os riscos para a saúde e o perigo da contaminação dos recursos hídricos podem ser evitados por meio da quantificação e variáveis físicas, químicas e biológicas da água.

Dessa forma, o desenvolvimento de pesquisas voltadas ao consumo de água em comunidades rurais visa quantificar as condições sanitárias dos domicílios e de que forma as atividades realizadas estão interferindo na qualidade da água utilizada por estas comunidades verificando se esta atende ao padrão de potabilidade do Ministério da Saúde.

Nesse sentido, o desenvolvimento da compreensão específica acerca da qualidade da água no meio rural torna-se importante à medida que a garantia da efetiva qualidade deste recurso, advém da proteção e implementação de sistemas eficientes de tratamento de efluentes.

Diante do exposto, por meio de um estudo extensionista exploratório, objetivou-se avaliar a qualidade da água utilizada no meio rural da região do Caparaó Capixaba.

Metodologia

Caracterização dos Locais de Estudo.

O presente estudo foi desenvolvido nos municípios que compõem a região do Caparaó no estado do Espírito Santo. O clima da região do Caparaó, segundo classificação de Köppen, é do tipo “Cwa”, ou seja, clima tropical quente e úmido, com inverno seco e verão chuvoso.

Desenvolvimento da Pesquisa

A presente proposta de trabalho foi desenvolvida por meio de um estudo de campo exploratório para compreender a realidade das comunidades rurais relacionadas a captação e abastecimento de água para uso doméstico. Para catalogação das fontes de captação hídrica foram realizadas visitas à diferentes comunidades rurais com o objetivo de investigar o estado de conservação estrutural, físico, operacional e sanitário das fontes de captação de água.

Coleta para análise de água

A coleta das amostras de água foi desenvolvida em parceria com as comunidades visitadas e foram divididas em: escolha dos pontos de coleta, logística do transporte das amostras, realização das coletas de amostras e encaminhamento destas para análise em laboratório. As coletas das amostras de água foram feitas em parte do ano de 2022, em todo ano de 2023 e parte do ano de 2024.

A coleta das amostras de água, para análise foi feita utilizando garrafas tipo PET de 1,5 L devidamente esterilizadas e armazenadas de forma apropriada, com o intuito de manter a sua preservação. As amostras de água foram encaminhadas ao laboratório e adotando a metodologia proposta pelo Manual prático de análise de água da Fundação Nacional de Saúde (Brasil, 2013) foram quantificadas variáveis físicas, químicas e microbiológicas.

Os resultados obtidos foram divididos em período seco e chuvoso conforme o momento da coleta das amostras de água e submetidos a estatística descritiva conforme descrito por Ferreira (2018) sendo comparados com a legislação brasileira apresentadas na Portaria MS nº 888/2021 (Brasil, 2021) quanto a potabilidade

Resultados

Os resultados da estatística descritiva referentes às variáveis físicas, químicas e biológicas das amostras de água referentes aos períodos de estudo encontram-se apresentadas nas Tabela 1 a 4.

Tabela 1 – Resultados estatístico descritivo¹ correspondentes aos valores das variáveis químicas e biológicas obtido no período chuvoso² de 2022 nas amostras de água utilizadas por agricultores na região do Caparaó Capixaba

Variáveis	Média ± Erro Padrão da Média	Coefficiente de Variação (%)	LMP ³ para água potável ⁴
Alcalinidade (mg L ⁻¹)	72,73 ± 12,73	120,35	120
Amônia [N-NH ₃] (mg L ⁻¹)	0,29 ± 0,02	67,21	1,20
Cloretos (mg L ⁻¹)	46,11 ± 12,11	144,87	250
Cloro Livre (mg L ⁻¹)	0,09 ± 0,01	121,54	2,0
Coliformes Fecais (NMP 100 mL ⁻¹)	139,15 ± 15,56	272,39	Ausência
Coliformes Totais (NMP 100 mL ⁻¹)	206,60 ± 35,64	118,49	Ausência
Cor aparente (uH)	4,26 ± 0,49	79,27	15,0
Dureza total [CaCO ₃] (mg L ⁻¹)	35,47 ± 4,21	81,93	300
Ferro (mg L ⁻¹)	0,05 ± 0,01	195,51	0,30
pH	6,63 ± 0,09	9,39	6,0 a 9,0
Turbidez (UNT)	3,42 ± 1,03	207,94	5,00
Oxigênio Consumido (mg L ⁻¹)	1,63 ± 0,33	85,29	2,00

1 – Valores obtidos a partir de 47 amostras; 2 – Correspondente entre os meses de setembro a janeiro; 3 LMP – Limite Máximo Permitido, e; 4 - PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021.

Fonte: Os autores.

Tabela 2 – Resultados estatístico descritivo¹ correspondentes aos valores das variáveis químicas e biológicas obtido no período seco² de 2023 nas amostras de água utilizadas por agricultores na região do Caparaó Capixaba

Variáveis	Média ± Erro Padrão da Média	Coefficiente de Variação (%)	LMP ³ para água potável ⁴
Alcalinidade (mg L ⁻¹)	52,14 ± 2,34	61,99	120
Amônia [N-NH ₃] (mg L ⁻¹)	0,47 ± 0,03	57,78	1,20
Cloretos (mg L ⁻¹)	49,12 ± 1,41	38,43	250
Cloro Livre (mg L ⁻¹)	0,04 ± 0,01	317,19	2,0
Coliformes Fecais (NMP 100 mL ⁻¹)	246,15 ± 157,01	864,87	Ausência
Coliformes Totais (NMP 100 mL ⁻¹)	773,84 ± 214,17	375,65	Ausência
Cor aparente (uH)	3,89 ± 0,32	108,47	15,0
Dureza total [CaCO ₃] (mg L ⁻¹)	40,29 ± 1,81	61,39	300
Ferro (mg L ⁻¹)	0,01 ± 0,01	503,92	0,30
pH	6,57 ± 0,04	9,18	6,0 a 9,0
Turbidez (UNT)	1,68 ± 0,68	543,96	5,00
Oxigênio Consumido (mg L ⁻¹)	1,45 ± 0,11	104,77	2,00

1 – Valores obtidos a partir de 182 amostras; 2 – Correspondente entre os meses de fevereiro a agosto; 3 LMP – Limite Máximo Permitido, e; 4 - PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021.

Fonte: Os autores.

Tabela 3 – Resultados estatístico descritivo¹ correspondentes aos valores das variáveis químicas e biológicas obtido no período chuvoso² de 2023 nas amostras de água utilizadas por agricultores na região do Caparaó Capixaba

Variáveis	Média ± Erro Padrão da Média	Coefficiente de Variação (%)	LMP ³ para água potável ⁴
Alcalinidade (mg L ⁻¹)	52,15 ± 3,59	69,43	120
Amônia [N-NH ₃] (mg L ⁻¹)	0,70 ± 0,02	37,82	1,20
Cloretos (mg L ⁻¹)	49,80 ± 3,75	76,13	250
Cloro Livre (mg L ⁻¹)	0,05 ± 0,02	523,08	2,0
Coliformes Fecais (NMP 100 mL ⁻¹)	243,92 ± 50,67	209,94	Ausência
Coliformes Totais (NMP 100 mL ⁻¹)	527,45 ± 160,67	307,71	Ausência
Cor aparente (uH)	5,18 ± 1,03	200,21	15,0
Dureza total [CaCO ₃] (mg L ⁻¹)	37,59 ± 2,65	71,09	300
Ferro (mg L ⁻¹)	0,03 ± 0,01	373,96	0,30
pH	6,79 ± 0,09	13,51	6,0 a 9,0
Turbidez (UNT)	0,75 ± 0,16	225,63	5,00
Oxigênio Consumido (mg L ⁻¹)	1,33 ± 0,19	82,44	2,00

1 – Valores obtidos a partir de 102 amostras; 2 – Correspondente entre os meses de setembro a janeiro; 3 LMP – Limite Máximo Permitido, e; 4 - PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021.

Fonte: Os autores.

Tabela 4 – Resultados estatístico descritivo correspondentes aos valores das variáveis químicas e biológicas obtido no período seco² de 2024 nas amostras de água utilizadas por agricultores na região do Caparaó Capixaba

Variáveis	Média ± Erro Padrão da Média	Coefficiente de Variação (%)	LMP ³ para água potável ⁴
Alcalinidade (mg L ⁻¹)	58,79 ± 7,85	127,48	120
Amônia [N-NH ₃] (mg L ⁻¹)	0,32 ± 0,01	52,97	1,20
Cloretos (mg L ⁻¹)	54,89 ± 2,76	48,08	250
Cloro Livre (mg L ⁻¹)	0,01 ± 0,01	808,95	2,0
Coliformes Fecais (NMP 100 mL ⁻¹)	347,25 ± 178,94	491,58	Ausência
Coliformes Totais (NMP 100 mL ⁻¹)	778,02 ± 220,15	269,93	Ausência
Cor aparente (uH)	5,83 ± 1,22	200,13	15,0
Dureza total [CaCO ₃] (mg L ⁻¹)	30,43 ± 1,61	50,63	300
Ferro (mg L ⁻¹)	0,07 ± 0,01	182,87	0,30
pH	6,22 ± 0,61	9,61	6,0 a 9,0
Turbidez (UNT)	1,56 ± 0,64	396,84	5,00
Oxigênio Consumido (mg L ⁻¹)	0,92 ± 0,02	29,02	2,00

1 – Valores obtidos a partir de 91 amostras; 2 – Correspondente entre os meses de fevereiro a agosto; 3 LMP – Limite Máximo Permitido, e; 4 - PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021.

Fonte: Os autores.

Tabela 5 – Valores proporcionais correspondentes a ocorrência de coliformes totais e fecais obtidas nos períodos secos e chuvosos nos anos de 2022, 2023 e 2024 nas amostras de água utilizadas por agricultores na região do Caparaó Capixaba

Período	Ano	Nº de amostras	Nº de amostras positivas para coliformes totais ou fecais ou ambos	Nº de amostras negativas para coliformes totais e fecais
Chuvoso	2022	47	38 (59,58%)	19 (40,42%)
Seco	2023	102	61 (59,80%)	41 (40,20%)
Chuvoso	2023	182	120 (65,94%)	62 (34,06%)
Seco	2024	91	47 (51,64%)	44 (48,36%)
Total		422	266 (60,03%)	156 (39,97%)

Fonte: Os autores.

Discussão

Por meio dos resultados apresentados nas Tabelas 1 a 4, a estratificação do estudo em decorrência do período seco e chuvoso, não contribuiu para obter considerações assertivas na qualidade da água da região de estudo. Nota-se que dentro de cada período analisado, exceto para o pH, as demais variáveis analisadas apresentaram uma expressiva variabilidade do conjunto dos dados analisados. O cloro livre, coliformes fecais e totais, ferro e a turbidez apresentam-se como as variáveis que repetiram maiores coeficientes de variação em todos os períodos analisados. Cabe destacar que a natureza dos dados em si, é uma das razões para a expressiva variabilidade verificada nas Tabelas 1 a 4, uma vez que as condições ambientais locais associados as atividades bióticas e abióticas da região de estudo, também, contribuem diretamente para os resultados observados.

Analisando os valores médios das variáveis analisadas nas amostras de água em cada período proposto e comprando-os com os padrões de potabilidades estabelecidos na Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde, apenas os coliformes totais e fecais condicionaram a inviabilidade das amostras de água para uso doméstico e consumo humano. No entanto, por meio de uma apresentação mais

detalhada apresentada na Tabela 5, é possível verificar que parte das amostras de água podem ser classificadas como potável. Estudos desenvolvidos por Evangelista et al., (2024), Ribeiro et al., (2022), Pereira et al., (2023) e Pereira Filho et al., (2023) também foi verificado que a contaminação por coliformes foi a causa principal da inviabilidade de fontes de água para o consumo humano evidenciando risco significativo de doenças de veiculação hídrica.

Os resultados obtidos reforçam a necessidade de uma atenção aos coliformes na avaliação da qualidade da água na região onde foi desenvolvido o presente estudo. Por sua vez, os resultados positivos para coliformes totais não expressarem necessariamente uma forma de contaminação, mas sim possíveis problemas de proteção na fonte de captação ou mesmo a presença de materiais orgânicos decantados ou em suspensão nas tubulações e unidades de armazenamento da água nas propriedades rurais.

Segundo Ramos et al., (2018), a principal fonte de contaminação da água por coliformes no meio rural é atribuída à pecuária extensiva associada à ausência de proteção das nascentes. Por sua vez, Pereira et al., (2023) alerta que a gravidade deste problema pode ser ampliada devido a insistência de sistema de abastecimento de água tratada, o que condiciona aos moradores a captar água em minas, poços, bicas, que também podem já estar contaminadas.

Conclusões

- Os períodos chuvosos e secos não contribuíram para obter considerações assertivas na qualidade da água, e;
- A presença de coliformes foi a variável que mais contribuiu para limitação do uso da água na região de estudo.

Referências

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água** - Fundação Nacional de Saúde – 4. ed. – Brasília: Funasa, 2013. 150 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação Nº 888, de 4 de maio de 2021. **Consolidação dos procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Brasília: Diário Oficial da União, 2021.

EVANGELISTA, et al. Qualidade da água em um município do Sul do Brasil. **Revista Caribeña de Ciências Sociales**, Miami, v.13, n.6, p. 01-15. 2024. ISSN 2254-7630.

FERREIRA, P.V. **Estatística experimental aplicada às ciências agrárias**. Viçosa: UFV. 2018. 588 p.

PEREIRA, D. M. et al. Qualidade microbiológica da água em escolas de educação infantil localizadas em um município do Maranhão. **Ciências da Saúde e Bem-Estar: Olhares interdisciplinares**, v.1, 2023. <https://doi.org/10.47402/ed.ep.c23116225265>

PEREIRA FILHO, A. M. et al. Água infectada e a correlação com a hepatite E. **Revista Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 5, n. 5, p. 2990-2998, 2023. <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2023v5n5p2990-2998>

RAMOS, S. T. B. et al. Water quality of springs in areas under different land uses in the southern highlands of Santa Catarina. **Revista Ambiente & Água**, v. 13, n. 4, e2201, 2018. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2201>

PORTO, Marcelo Firpo; MILANEZ, Bruno. Eixos de desenvolvimento econômico e geração de conflitos socioambientais no Brasil: desafios para a sustentabilidade e a justiça ambiental. **Ciência & Saúde Coletiva**, 14(6):1983-1994.2009.

RIBEIRO, G. F. et al. Coliforms and antibiotic-resistant bacteria in water from rivers and wells at Curitiba, Santa Catarina. **Acta Brasiliensis**, v. 6, n. 2, p. 43-48, 2022. <https://doi.org/10.22571/2526-4338580>.

ROCHA, C. M. B. M. da et al. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 22, p. 1967-1978, 2006.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES), por meio do edital Universal Extensão de 2022 - TO 815/2022.