MONITORAMENTO FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO EM POÇOS E NASCENTES RURAIS DE FREDERICO WESTPHALEN - RS

Eduarda Grade Rosa[1], Theo Rodrigues Silva[2], Jaqueline Ineu Golombieski[1,2]

[1]Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, Brasil (eduarda.grade@acad.ufsm.br)
[2]Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, Brasil

Resumo: Este trabalho teve como objetivo monitorar as variáveis pH, condutividade elétrica e dureza total em águas de consumo humano de nascentes e poços rurais no Rio Grande do Sul. As coletas de água foram realizadas mensalmente, durante sete meses em quatro propriedades rurais. Os resultados permitiram caracterizar as condições físico-químicas das águas avaliadas, contribuindo para o acompanhamento da qualidade da água e para a gestão segura dessas fontesem áreas rurais.

Palavras-chave: captação de água, potabilidade da água; poços profundos; qualidade da água; saúde.

INTRODUÇÃO

A qualidade das águas superficiais e subterrâneas está relacionada a fatores naturais, como geologia, cobertura vegetal e regime de chuvas, bem como à ação antrópica, incluindo o lançamento de efluentes e o uso inadequado do solo (ANA, 2019). Em áreas rurais, essa avaliação torna-se ainda mais importante, pois o abastecimento para consumo humano ocorre, muitas vezes, por meio de poços e nascentes, fontes que podem apresentar vulnerabilidade a alterações em sua qualidade (AMARAL et al., 2003).

Entre as variáveis utilizadas no monitoramento da qualidade da água, destacam-se o potencial hidrogeniônico (pH), a condutividade elétrica e a dureza total. Esses indicadores permitem avaliar aspectos relacionados à composição química da água, como acidez ou alcalinidade, presença de íons dissolvidos e concentração de sais associados, principalmente, ao cálcio e magnésio (RICHTER; AZEVEDO NETTO, 1991). Além disso, a qualidade da água destinada ao consumo humano deve atender aos padrões estabelecidos pela legislação vigente no Brasil, a Portaria GM/MS nº 888/2021 (BRASIL, 2021).

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo monitorar as variáveis físicas e químicas: pH, condutividade elétrica e dureza total em águas de consumo humano provenientes de poços e nascentes rurais no município de Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul (Brasil).

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Frederico Westphalen, localizado no Noroeste do estado do Rio Grande do Sul, Brasil, na região do Médio Alto Uruguai. Foram avaliados quatro pontos de captação de água utilizados para consumo humano em propriedades rurais particulares do município, sendo um poço raso, um poço tubular profundo e duas nascentes. A localização do município e dos pontos de captação se encontra na Figura 1.

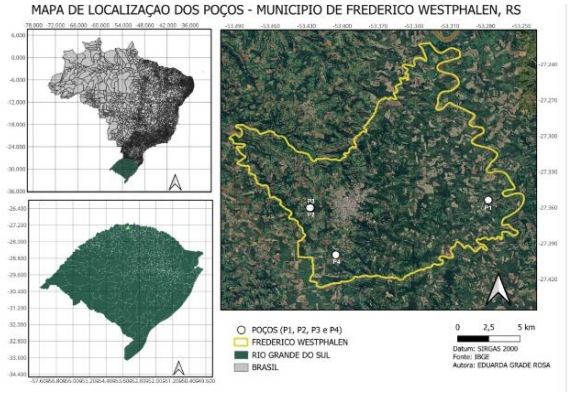


Figura 1. Mapa dos pontos de localização das coletas de água

As coletas de água foram realizadas mensalmente, no período de maio a novembro de 2024, durante o período da manhã. Nas Propriedades rurais1, 3 e 4, as amostras foram coletadas diretamente nas estruturas de captação, enquanto na Propriedade rural 2 a coleta de amostras ocorreu em torneira localizada antes da etapa de cloração (Figura 2).



Figura 2. Estruturas de captação de água nas quatro propriedades rurais estudadas

Foram avaliados quatro pontos de captação de água utilizados para consumo humano em propriedades rurais, conforme apresentado na Figura 2: A) poço raso da Propriedade rural 1; B) poço tubular profundo da Propriedade rural 2; C) nascente protegida da Propriedade rural 3; e D) nascente protegida da Propriedade rural 4. Para as análises físico-químicas, as amostras de água foram acondicionadas em frascos de polietileno com capacidade de 500 mL, sendo utilizadas quatro amostras por ponto de captação.

A temperatura da água foi aferida em campo, no momento da coleta, com o uso de termômetro portátil digital. As amostras (Figura 3) destinadas às demais análises foram armazenadas em caixas térmicas (ABNT-NBR 1987) e encaminhadas aos laboratórios da Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* Frederico Westphalen (RS, Brasil).



Figura 3. Amostra de água sendo coletada em nascente.

As análises físico-químicas foram realizadas conforme os procedimentos descritos no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, da American Public Health Association (APHA, 2012). Neste trabalho, foram consideradas as variáveis: potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica e dureza total, determinados por pHmetro, condutivímetro e método titulométrico, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das variáveis físicas e químicas avaliadas correspondentes ao pH, à condutividade elétrica e à dureza total estão apresentados na Figura 4.

Para o pH, observou-se relativa estabilidade ao longo do período monitorado, com pequenas variações entre os meses e entre os pontos de captação avaliados . Na Propriedade rural 1 (A), os valores permaneceram próximos à neutralidade, com leve aumento no mês de junho/2024. Na Propriedade rural 2 (B), foram registrados os maiores valores de pH, indicando tendência mais alcalina em comparação aos demais pontos. A Propriedade rural 3 (C) apresentou os menores valores e menor variação ao longo das campanhas (meses), demonstrando comportamento mais estável. Já na Propriedade rural 4 (D), verificou-se maior variação no mês de junho/2024, evidenciada também pelo maior desvio padrão.

De modo geral, os valores de pH apresentaram baixa oscilação durante o período monitorado. A Propriedade rural 1 apresentou valores variando aproximadamente entre 6,5 e 7,4, enquanto a Propriedade rural 2 apresentou os maiores valores de pH, variando em torno de 9,5 a 9,6 unidades. A Propriedade rural 3 apresentou os menores valores e menor amplitude de variação, com resultados próximos entre 6,2 e 6,5. Já a Propriedade rural 4 apresentou valores intermediários, variando aproximadamente entre 6,3 e 7,6 unidades. Conforme a Portaria GM/MS nº 888/2021, o valor de pH recomendado para água destinada ao consumo humano deve permanecer entre 6,0 e 9,5 (BRASIL, 2021). Dessa forma, observou-se que os valores obtidos permaneceram próximos da faixa recomendada pela legislação vigente.

Resultados próximos foram observados por Seben et al. (2021), ao avaliarem águas utilizadas para consumo humano em diferentes condições de uso e ocupação do solo no Rio Grande do Sul, cujas médias de pH variaram de 5,88 ± 0,16 a 6,45 ± 0,29 unidades. Considerando que as Propriedades rurais 3 e 4 correspondem a nascentes, resultados semelhantes também foram observados por Galvan et al. (2020), ao avaliarem nascentes rurais na bacia do Rio São Domingos, em Santa Catarina (Brasil), onde parte dos pontos apresentou valores médios de pH próximos a 6,5 unidades, enquanto outros apresentaram valores inferiores ao recomendado para potabilidade. Segundo os autores, variações no pH em nascentes podem estar associadas às condições ambientais do entorno, incluindo manejo do solo, decomposição da matéria orgânica e atividade microbiológica.

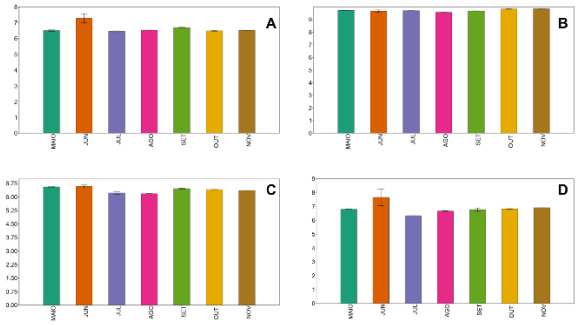


Figura 4. Variação do pH nas águas dos pontos de captação avaliados: A) Propriedade 1; B) Propriedade 2; C) Propriedade 3; D) Propriedade 4.

Os resultados indicam que o pH das águas avaliadas apresentou baixa oscilação durante o monitoramento, sugerindo estabilidade dessa variável nas diferentes fontes de captação. Esse resultado é relevante, pois o pH influencia as características químicas da água e constitui uma das variáveis consideradas na avaliação da qualidade da água destinada ao consumo humano.

Em relação à condutividade elétrica, observou-se variação entre os pontos de captação e entre os meses monitorados (Figura 5).

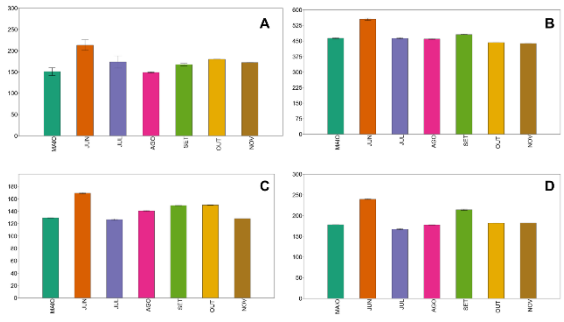


Figura 5. Variação da Condutividade Elétrica nas águas dos pontos de captação avaliados: A) Propriedade 1; B) Propriedade 2; C) Propriedade 3; D) Propriedade 4.

Para a condutividade elétrica, observou-se variação entre os pontos de captação e entre os meses monitorados. A Propriedade rural 2 (B) apresentou os maiores valores ao longo de todo o período avaliado, com destaque para o mês de junho/2024, indicando maior concentração de íons dissolvidos em comparação às demais propriedades. Da mesma forma, a Propriedade rural 4 (D) também apresentou valores relativamente elevados, com aumento mais evidente nos meses de junho e setembro/2024.

A Propriedade rural 1 (A) apresentou valores variando aproximadamente entre 150 e 215 µS/cm. Já a Propriedade rural 2 (B) apresentou os maiores valores de condutividade elétrica, variando em torno de 445 a 550 µS/cm. Na Propriedade rural 3 (C), os valores oscilaram aproximadamente entre 125 e 170 µS/cm, enquanto a Propriedade rural 4 (D) apresentou valores intermediários a elevados, variando entre 165 e 240 µS/cm.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/2021, não há valor máximo permitido para condutividade elétrica em águas destinadas ao consumo humano (BRASIL, 2021). Entretanto, alterações nos níveis dessa variável podem indicar mudanças na composição da água, sendo utilizada para mensurar a concentração de espécies iônicas dissolvidas (BONATES; PESSOA, 2021). Além disso, a condutividade elétrica representa a capacidade da água em conduzir corrente elétrica, dependendo da concentração de cátions e ânions presentes na solução (SANTOS; SAMUELSSON, 2022).

Barbosa e Maffessoni (2023), ao avaliarem poços subterrâneos no município de Farroupilha-RS, observaram média de condutividade elétrica de 176,6 µS/cm, com predominância de valores inferiores a 200 µS/cm. No presente estudo, valores próximos a essa faixa foram observados principalmente nas Propriedades rurais 1, 3 e 4, enquanto a Propriedade rural 2 apresentou valores superiores, sugerindo maior mineralização da água nesse ponto.

De modo geral, os resultados indicam diferenças na mineralização das águas entre os pontos de captação avaliados, possivelmente associadas às características naturais das fontes de água e ao contato com minerais presentes no solo e nas rochas.

Para a dureza total, observou-se variação entre os pontos de captação avaliados e entre os meses de monitoramento (Figura 6). A Propriedade rural 2 (B) apresentou os menores valores de dureza ao longo de todo o período, indicando menor concentração de íons associados a essa variável, especialmente cálcio e magnésio. Em contrapartida, a Propriedade rural 4 (D) apresentou os maiores valores, com destaque para os meses de setembro e outubro/2024.

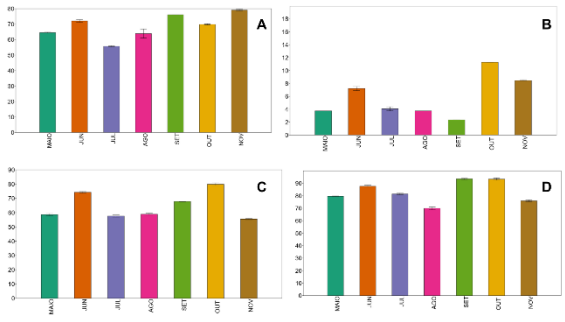


Figura 6. Variação da Dureza Total nas águas dos pontos de captação avaliados: A) Propriedade 1; B) Propriedade 2; C) Propriedade 3; D) Propriedade 4.

Nas Propriedades rurais 1 (A) e 3 (C), os valores de dureza total foram intermediários, com variações ao longo das campanhas amostrais. Na Propriedade rural 1, os valores variaram aproximadamente entre 55 e 78 mg/L de $CaCO_3$, enquanto na Propriedade rural 2

foram observados os menores valores, variando em torno de 2 a 11 mg/L de $CaCO_3$. Já a Propriedade rural 3 apresentou valores entre 55 e 80 mg/L de $CaCO_3$, enquanto a Propriedade rural 4 apresentou os maiores resultados, variando aproximadamente entre 70 e 92 mg/L de $CaCO_3$.

Variações temporais na dureza total também foram observadas por Lazarotto et al. (2020), ao avaliarem a potabilidade da água em poços rasos no município de Caiçara-RS. Os autores identificaram aumento dessa variável nos meses de fevereiro e março de 2018 em todas as propriedades avaliadas. Conforme a Portaria GM/MS nº 888/2021, o valor máximo permitido para dureza total em água destinada ao consumo humano é de 500 mg/L de $CaCO_3$ (BRASIL, 2021). Dessa forma, todos os valores observados no presente estudo permaneceram abaixo do limite estabelecido pela legislação vigent

As diferenças observadas entre as propriedades rurais podem estar relacionadas às características naturais das fontes de captação, uma vez que a dureza total da água está associada principalmente à presença de íons cálcio e magnésio, os quais podem variar conforme o contato da água com o solo e as formações geológicas locais (VON SPERLING, 2014). Assim, os resultados indicam diferenças na composição mineral das águas avaliadas, especialmente entre a Propriedade rural 2, com menor dureza, e a Propriedade rural 4, com maiores valores.

CONCLUSÃO

O monitoramento das variáveis pH, condutividade elétrica e dureza total permitiu caracterizar as condições físico-químicas das águas utilizadas para consumo humano nas propriedades rurais avaliadas.

O pH apresentou baixa variação ao longo do período estudado, indicando estabilidade dessa variável nos diferentes pontos de captação. A condutividade elétrica e a dureza total apresentaram diferenças mais evidentes entre as propriedades, sugerindo influência das características naturais das fontes de captação e da composição mineral da água.

Assim, os resultados demonstram a importância do monitoramento da qualidade da água em poços e nascentes rurais, uma vez que essas fontes podem apresentar variações associadas ao tipo de captação e às condições ambientais locais. Assim, recomenda-se a continuidade do acompanhamento da qualidade da água, visando garantir maior segurança no seu uso para consumo humano.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) - *campus* de Frederico Westphalen, e ao Grupo de Monitoramento Ambiental (GMA), pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

AMARAL, L. A. et al. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. Revista de Saúde Pública, v. 37, p. 510-514, 2003. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rsp/a/Gf5rNkVxPCSQYSXxHGykMFB/?format=pdf&lang=p.

ANA. Agência Nacional de Águas. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2019: Informe Anual. Brasília, DF: ANA, 2019. 110 p. Disponível em: http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura_informe_anual_2019-versao_web-0212-1.pdf.

APHA. American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22. ed. Washington, DC: APHA, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9898**: preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1987.

BARBOSA, F. A. T.; MAFFESSONI, D. Qualidade dos poços de águas subterrâneas no município de Farroupilha, Rio Grande do Sul, Brasil. Águas Subterrâneas, v. 37, n. 3, e-30235, 2023. DOI: 10.14295/ras.v37i3.30235.

BONATES, Fabrizia. Henriques; PESSOA, Rodrigo. Efeitos físico-químicos da aplicação de ozônio em água potável. **Anais** [...]. Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), São José dos Campos/SP. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2021. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562.

GALVAN, K. A. et al. Análise ambiental macroscópica e a qualidade da água de nascentes na bacia do Rio São Domingos/SC, Brasil. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 11, n. 1, p. 165-176, 2020.

LAZAROTTO, D. V.; SCHNEIDER, S. I.; BAUCHSPIESS, K.; HOFSTÄTTER, K.; TARONE, V. F.; VOLPATTO, F.; GOLOMBIESKI, J. I. Análise da potabilidade da água em poços rasos no município de Caiçara no Rio Grande do Sul. Ciência e Natura, v. 42, e86, 2020. DOI: 10.5902/2179460X40496.

RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, J. M. de. Tratamento de água: tecnologia atualizada. São Paulo: Blucher, 1991.

SANTOS, Sérgio Bento; SAMUELSSON, Evelin. Importância da análise físico-química da água mineral. **Revista Científica Da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, v. 13, 2022.

SEBEN, D.; TOEBE, M.; WASTOWSKI, A. D.; HOFSTÄTTER, K.; VOLPATTO, F.; ZANELLA, R.; PRESTES, O. D.; GOLOMBIESKI, J. I. Water quality variables and emerging environmental contaminant in water for human consumption in Rio Grande do Sul, Brazil. Environmental Challenges, v. 5, 100266, 2021. DOI: 10.1016/j.envc.2021.100266.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 4. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014. 470 p.

.