

# ANÁLISE MULTIVARIÁVEL DE PARÂMETROS DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA UTILIZADA PARA CONSUMO EM ESCOLAS DO CAMPO DE UBERLÂNDIA-MG

Maraína Souza Medeiros<sup>1</sup>

Adilson Correia Goulart<sup>2</sup>

Fábio Augusto Amaral<sup>3</sup>

Sheila Cristina Canobre<sup>4</sup>

## Química Ambiental

### RESUMO

Com o objetivo de avaliar a qualidade da água subterrânea consumida por alunos de três escolas do campo localizadas na região de Uberlândia (MG), foram coletadas amostras de água em quatro pontos de coleta em cada uma dessas instituições. As amostras foram obtidas pela captação em poços artesanais. Para todas as amostras foram avaliados parâmetros físicos (turbidez, cor aparente, condutividade elétrica e temperatura), químicos (pH, sólidos totais dissolvidos, salinidade, dureza total, ferro total, carbono orgânico total e cloro residual) e microbiológicos (*E. coli*). Os resultados analíticos foram tratados estatisticamente por meio do método de análise descritiva e multivariada (coeficiente de correlação de Pearson). Das escolas monitoradas, todas são abastecidas por poço artesiano, contendo apenas a cloração como mecanismo de tratamento químico e apenas uma das escolas foi identificada a presença de fossa séptica como sistema de coleta de esgoto. A água de consumo de todas as escolas monitoradas está em desacordo com os padrões estabelecidos pela portaria nº 2.914/2011 em pelo menos um dos parâmetros avaliados. Os resultados, portanto, refletem a possibilidade de contaminação biológica da água por áreas de pastagens e esgoto, bem como a necessidade de medidas emergentes de limpeza e manutenção regular dos sistemas de armazenamento e distribuição da água consumida nas escolas.

**Palavras-chave:** Poço artesiano; Condições higiênico-sanitárias; Instituição de ensino rural.

### INTRODUÇÃO

A diminuição da água disponível para consumo humano está diretamente relacionada à ação desregrada e inconsciente do próprio homem, comprometendo assim a sua própria existência (BRASIL, 2018). No meio rural, essa degradação está relacionada às condições inadequadas dos poços artesanais que captam a água (poços velhos e mal vedados) e que geralmente estão próximos de fontes de poluição (ASSUNÇÃO et al., 2015). Para que águas captadas de poços artesanais e utilizadas para consumo humano seja considerada de qualidade é preciso realizar o diagnóstico físico, químico e microbiológico, de forma a verificar se ela está dentro dos valores de referência estabelecidos pela legislação vigente (BRASIL, 2011).

<sup>1</sup>Técnica Administrativa em Educação do IFG – Câmpus Itumbiara, [maraina.medeiros@ifg.edu.br](mailto:maraina.medeiros@ifg.edu.br).

<sup>2</sup>Técnico Administrativo em Educação do IFG – Câmpus Itumbiara, [adilson.goulart@ifg.edu.br](mailto:adilson.goulart@ifg.edu.br).

<sup>3</sup>Prof. Dr. da UFU – Câmpus Santa Mônica, Instituto de Química, [fabioamaral@yahoo.com.br](mailto:fabioamaral@yahoo.com.br).

<sup>4</sup>Profª. Drª. da UFU – Câmpus Santa Mônica, Instituto de Química, [scanobre@yahoo.com.br](mailto:scanobre@yahoo.com.br).

As escolas do campo da Região de Uberlândia-MG, estão inseridas em localidades que predominam atividades agrícolas (LISBOA et al., 2015), sendo fatores que podem contribuir para a contaminação dos recursos hídricos, podendo gerar problemas à saúde humana. Além disso, as escolas do campo utilizam-se de mecanismos de saneamento inadequados (ausência de manutenção periódica dos reservatórios, bem como proximidade de fossas sépticas dos reservatórios de água) que, conseqüentemente, afetam a saúde das crianças e funcionários que consomem essa água durante o período de permanência destes na escola. Assim sendo, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar a qualidade dessas águas de consumo em diferentes sazonalidades, assim como as condições higiênico-sanitárias dessas instituições de ensino.

## **METODOLOGIA**

As amostragens de água das escolas do campo foram realizadas em duas épocas do ano de 2016 características da região de Uberlândia: entre os meses de março a junho (período de seca) e entre os meses de setembro a dezembro (período chuvoso). Para essas duas coletas foram adotadas quatro pontos de coleta, sendo eles: Torneira da cozinha; Bebedouro dos alunos; Filtro e; Caixa d'água. As amostras coletadas foram conduzidas, num período de até doze horas, até três laboratórios de qualidade pertencentes à UFU para serem realizadas as análises físico-químicas e microbiológicas.

Os parâmetros adotados para a determinação da qualidade da água de consumo foram: turbidez, cor aparente, CE, pH, STD, salinidade, temperatura, ferro total, dureza total, COT, cloro residual livre e *E. coli*. Além disso, cada uma das escolas do campo foi avaliada quanto às condições higiênico-sanitárias inerentes com base em um formulário de caracterização.

Os resultados das análises físico-químicas e microbiológica foram tratados estatisticamente e comparados aos padrões estabelecidos pela Portaria 2.914 de 12/12/2011. Por fim, verificou-se se os dados de caracterização das escolas monitoradas (diagnóstico qualitativo) tinham relação com os dados analíticos encontrados (diagnóstico quantitativo).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Observou-se que as principais fontes pontuais de contaminação dos recursos hídricos no entorno das três escolas do campo são as atividades de agricultura e pecuária (extensas áreas de pastagem). Portanto, a caracterização do entorno das escolas monitoradas foi de fundamental importância, pois possibilitou identificar possíveis atividades antropogênicas que

pudessem contaminar as águas subterrâneas captadas para o consumo nessas localidades. Ademais, constatou-se que todos os poços artesanais das escolas não apresentavam sistema físico de tratamento, e sim o sistema químico baseado em uma bomba dosadora de cloro. Nenhuma das três escolas tinha o sistema químico baseado em uma bomba dosadora de flúor.

Os resultados analíticos da água atenderam à minoria dos padrões de potabilidade exigidos pela legislação, sendo eles: CE, temperatura, salinidade e cloro residual livre. Estes parâmetros não sofreram interferência das diferentes sazonalidades adotadas na pesquisa. Entretanto, alguns parâmetros foram influenciados pelas sazonalidades (Figura 1).

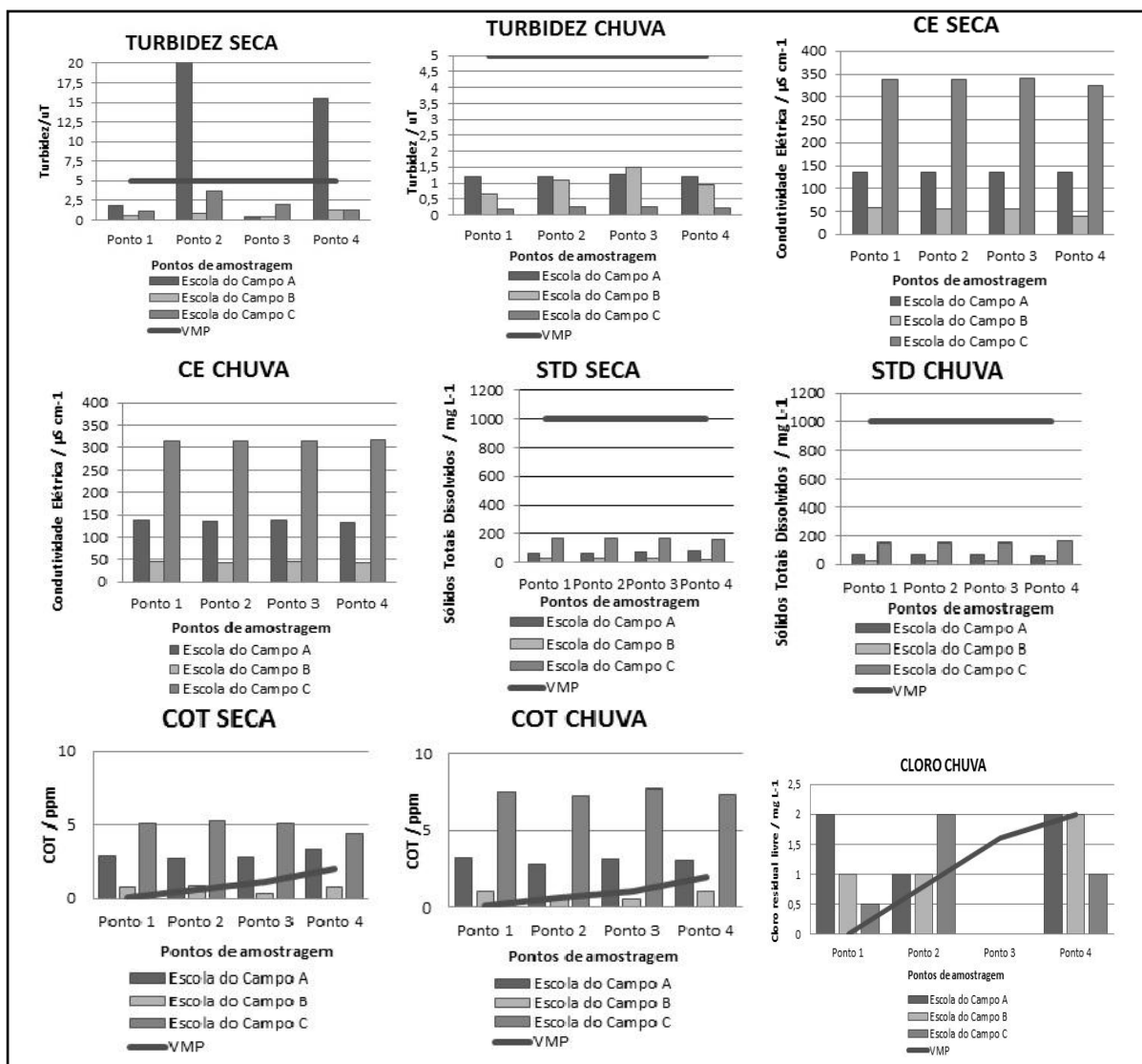


Figura 1: Valores médios dos parâmetros físico-químicos que se destacaram nos períodos de seca e chuva nos quatro pontos de amostragem das três escolas do campo monitoradas.

Para as Escolas do Campo A e C, altos teores de turbidez, cor aparente, CE, pH, dureza, ferro total, COT e *E. coli* podem estar associados a problemas físicos do poço artesiano, substâncias químicas características da formação rochosa do solo, assim como a

contaminação da água por carga de efluentes (doméstico e animal), e por íons resultantes de processos de oxidação das tubulações. Já o alto teor de cor aparente da água da Escola do Campo B pode estar relacionado às substâncias naturais em suspensão provocada pela dissolução de solos argilosos vermelhos em períodos chuvosos (CAPP et al., 2012).

Para melhor confiabilidade dos resultados quanto à determinação de *E. coli* nas águas utilizadas para consumo das três escolas do campo, foram realizadas três análises em períodos distintos do ano de 2016. O patógeno foi detectado nas águas das escolas do campo A (torneira da cozinha, bebedouro principal, bebedouro-filtro dos alunos e caixa d'água) e C (torneira da cozinha, bebedouro dos alunos e bebedouro-filtro dos professores), em pelo menos uma das três coletas realizadas. Ambas as contaminações ocorreram em períodos de chuva e temperaturas elevadas, o que favorece a proliferação de patógenos. A Escola do Campo B não apresentou contaminação por *E. coli* em nenhuma das coletas realizadas.

Com base no diagnóstico qualitativo e quantitativo pôde-se notar fortes correlações positivas entre boa parte das variáveis físico-químicas (Tabela 1). Nenhuma das variáveis correlacionadas tem relação direta com as análises microbiológicas, uma vez que a presença de *E. coli* em água é determinada pela alta turbidez e baixo teor de cloro residual livre. As correlações fortes encontradas estão diretamente associadas a alguns fatores como: a falta de manutenção da estrutura do poço, escoamento superficial, resíduos sólidos descartados inadequadamente, presença de fossas sépticas, e falta de condições higiênico-sanitárias no sistema de captação da água. Além das correlações positivas, também foi observada uma correlação negativa forte entre pH x Dureza total. Segundo Abdalla et al. (2010), valores variados de dureza em águas subterrâneas em períodos de seca e chuva são explicados pelas formações geológicas locais, em função da solubilização das estruturas rochosas.

Tabela 1: Correlações de Pearson (*r*) entre os parâmetros físicos, químicos e microbiológico analisados na água dos poços das três escolas do campo

| <b>Parâmetros correlacionados</b> | <b>Coefficiente de Pearson (<i>r</i>)</b> | <b><i>p</i>-valor (0,05)</b> | <b>Tipo de correlação</b> |
|-----------------------------------|---|------------------------------|---------------------------|
| <i>E. coli</i> x Dureza           | 0,54                                      | 0,07                         | Muito fraca positiva      |
| Turbidez x <i>E. coli</i>         | 0,34                                      | 0,27                         | Muito fraca positiva      |
| CE x Temperatura                  | 0,71                                      | 0,01                         | Moderada positiva         |
| Temperatura x STD                 | 0,71                                      | 0,01                         | Moderada positiva         |
| Temperatura x Salinidade          | 0,72                                      | 0,01                         | Moderada positiva         |
| Temperatura x COT                 | 0,75                                      | 0,01                         | Moderada positiva         |
| CE x STD                          | 1,00                                      | 0,00                         | Muito forte positiva      |
| pH x CE                           | 0,94                                      | 0,0000065                    | Muito forte positiva      |
| pH x STD                          | 0,93                                      | 0,0000089                    | Muito forte positiva      |
| pH x salinidade                   | 0,93                                      | 0,0000096                    | Muito forte positiva      |
| pH x COT                          | 0,89                                      | 0,0001                       | Muito forte positiva      |
| STD x Salinidade                  | 1,00                                      | 1,33x10 <sup>-16</sup>       | Muito forte positiva      |

|                  |       |                       |                      |
|------------------|-------|-----------------------|----------------------|
| STD x COT        | 1,00  | $4,4 \times 10^{-10}$ | Muito forte positiva |
| Salinidade x CE  | 1,00  | $2,9 \times 10^{-14}$ | Muito forte positiva |
| Salinidade x COT | 1,00  | $7,2 \times 10^{-10}$ | Muito forte positiva |
| COT x CE         | 1,00  | $8,4 \times 10^{-10}$ | Muito forte positiva |
| pH x Dureza      | -0,71 | 0,01                  | Moderada negativa    |

## CONCLUSÕES

A sazonalidade climática influenciou na qualidade da água das três escolas do campo para alguns dos parâmetros analisados nessa pesquisa. Além disso, o diagnóstico do quadro higiênico-sanitário das escolas aponta que a contaminação dessas águas está relacionada com a ausência de manutenção do sistema de armazenamento de água, bem como com a presença de fontes pontuais de contaminação. Portanto, medidas emergentes devem ser tomadas pelas comunidades escolares, tais como: a prática periódica da limpeza e manutenção do reservatório de água (a cada seis meses); a correta alocação da fossa séptica; distanciar áreas de pastagem e de cultivo das nascentes de forma a evitar contaminações biológicas e químicas, respectivamente pelo escoamento superficial e; preservar as matas ciliares e nascentes para garantir a qualidade da água captada por poços artesianos nessas escolas.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos órgãos de fomento FAPEMIG (processos: APQ- 02249-14 e APQ- 03219-14), CNPq e Rede Mineira pelos auxílios financeiros e bolsas concedidas.

## REFERÊNCIAS

- ABDALLA, K. V. P. et al. Avaliação da dureza e das concentrações de cálcio e magnésio em águas subterrâneas da zona urbana e rural do município de Rosário-MA. **XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**, p. 01-11, 2010.
- ASSUNÇÃO, A. W. de A. et al. Características de propriedades rurais como fator de risco à qualidade de água de consumo humano na Microbacia do Córrego Rico, Jaboticabal, SP. **Revista Biociências**, v. 21, n. 02, p. 01-13, 2015.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Qualidade da água para consumo humano: cartilha para promoção e proteção da saúde**. Ministério da Saúde: Brasília, 2018. 51 p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914 de 12 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”. Ministério da Saúde: Brasília, Brasil 2011.
- CAPP, N. et al. Qualidade da água e fatores de contaminação de poços rasos na área urbana de Anastácio (MS). **Geografia Ensino e Pesquisa**, v. 16, n. 03, p. 77-91, 2012.
- COHN, P. D.; COX, M.; BERGER, P. S. **Water quality and Treatment**. 1999, 5 p.
- LISBOA, F. C. et al. Diagnóstico do uso de ferramentas de gestão por proprietários rurais de Uberlândia – MG. **Revista Verde**, v. 10, n. 02, p. 132-138, 2015.