

ANÁLISE DE ÁGUA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM UM CONDOMÍNIO LOCALIZADO EM ÁREA RURAL DE CAÇAPAVA-SP

Júlia Delgada Ribeiro¹, João Pedro Soares¹, Edvaldo Gonçalves de Amorim²,
Maria Regina Aquino-Silva¹.

¹Universidade do Vale do Paraíba/Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Avenida Shishima Hifumi, 2911, Urbanova - 12244-000 - São José dos Campos-SP, Brasil, juliadr.bio@gmail.com, jps2002kk@gmail.com, mregina@univap.br.

²GestBio - Soluções Ambientais, Rua Olinda, 164, Parque Industrial - 12235-830 - São José dos Campos-SP, Brasil, edvaldo@gestbio.com.br.

Resumo

Foram analisadas amostras de água de um poço artesiano na região rural de Caçapava/SP, avaliando aspectos físico-químicos, como dureza, alcalinidade de acordo com APHA (2005). Condutividade, temperatura da água e pH foram determinados por meio de uma sonda multiparamétrica AK88, e o teste Colilert® foi utilizado para verificar a ausência/presença de bactérias do grupo Coliformes. Ações de educação ambiental foram estabelecidas por meio da elaboração de uma cartilha e rodas de conversa. Os parâmetros físico-químicos estão de acordo com a legislação, sendo a água do sistema classificada como levemente dura, sugerindo que os valores de condutividade tenham relação com a concentração de CaCO_3 . Coliformes totais estiveram presentes em todas as amostras e a presença de coliformes fecais foi verificada apenas em P3. As rodas de conversa indicaram que a população, mesmo ciente das ações necessárias gostariam que novas análises fossem realizadas.

Palavras-chave: Qualidade da água; Coliformes; Profilaxia; Poço artesiano.

Área do Conhecimento: Ciências Biológicas - Ecologia.

Introdução

A água é um recurso fundamental para vida e, além disso, para as diversas atividades industriais e domésticas. Quando observado a utilização para fins industriais e comerciais, temos sua atuação especialmente nos setores primário e secundário da economia, como irrigação de lavouras, atividades agropecuárias, extração de minerais e na indústria em geral. Já em relação ao uso humano, ela é essencial para o consumo e atividades do cotidiano, como lavar louça e roupa, cozinhar e para higiene pessoal. Devido ao seu uso geral, e principalmente o consumo, é imprescindível ter a disponibilidade de uma água com qualidade, que atenda os parâmetros necessários para cada tipo de uso e assim, evitando problemas de saúde.

A expansão urbana traz consigo o desenvolvimento social, econômico e cultural, gerando mais pesquisa, tecnologia e serviços, contudo, essa expansão tem um custo ao meio ambiente. Sua degradação é cada vez mais visível principalmente em relação às bacias hidrográficas, isso porque, a ocupação de terras se expande de forma irregular alcançando regiões próximas aos recursos hídricos. As águas são utilizadas de forma exacerbada a fim de suprir as necessidades de todo esse crescimento populacional e tecnológico das indústrias e, além disso, também são o destino dos resíduos gerados por todas essas atividades humanas. É possível minimizar os impactos ambientais sofridos por meio de planejamento e estudo, mas financeiramente se torna muitas vezes um processo ignorado pelas instituições.

No Brasil, com o passar dos anos e a dificuldade da infraestrutura das cidades acompanharem seu crescimento, muitos locais ainda carecem de acesso à água potável e saneamento básico mesmo sendo um direito garantido pela “dignidade da pessoa humana” previsto no art. 1º, inciso III, da Constituição da República (Brasil, 1988; Carvalho, 2016).

Além da falta de fiscalização que certificaria que essas águas fossem testadas frequentemente, as informações que garantiriam um menor índice de contaminação são pouco disseminadas entre a população. Assim, é de vital importância que ações de educação ambiental sejam implementadas uma vez que é um trabalho essencial para auxiliar as pessoas que ainda utilizam esse tipo de fonte de abastecimento e podem estar expostas a uma série de doenças veiculadas ou relacionadas com a água.

Este trabalho teve como objetivo analisar a qualidade da água de um poço artesiano e de pontos da malha de distribuição que atende um conjunto habitacional na área rural de Caçapava/SP assim como realizar estratégias de educação ambiental junto aos moradores e usuários da água.

Metodologia

As amostras foram coletadas em cinco pontos distintos no conjunto habitacional localizado na área rural de Caçapava/SP e identificadas na ordem de coleta: a caixa de distribuição geral (P1), três pontos na malha de distribuição (P2, P3 e P4) e o poço artesiano (P5).

O terreno está situado em uma área de declive e o conjunto é composto por duas ruas, desta forma, os locais de coleta foram escolhidos de modo em que fosse possível analisar pelo menos um ponto em cada sistema de distribuição, respeitando o caminho percorrido pela água até as residências. Os pontos de coleta são apresentados na figura 1, sendo a ordem do percurso iniciando em P5 - P1 - P3 - P4. O ponto 2 (P2) encontra-se em uma região de menor densidade de ocupação, quando comparado aos demais pontos.

Figura 1 - Projeção dos pontos de coleta, sendo 5 o poço artesiano e 1 a caixa de distribuição geral.



Fonte: Editado de Pastori, 2022.

A coleta de água para análise microbiológica foi realizada utilizando-se frascos esterilizados, e seguindo os procedimentos estabelecidos pela Funasa (2014). A análise para determinar a ausência/presença de coliformes totais e *Escherichia coli* foi realizada utilizando o método Colilert® que consiste na adição de uma ampola do substrato cromogênico ao frasco contendo a água coletada e submetendo-as a uma estufa bacteriológica a 37°C por 24 horas. Após o período de incubação, as amostras foram avaliadas observando sua coloração final a luz natural para presença/ausência de coliformes totais e em luz UV para presença/ausência de *E. coli*.

A determinação de condutividade, temperatura e pH foram realizados a campo com auxílio da sonda multiparamétrica AKSO AK88. As amostras foram encaminhadas ao laboratório em uma caixa térmica provida de gelo para conservação das mesmas durante o transporte. A dureza foi analisada por meio de uma titulação seguindo a norma SM2340 (APHA, 2005), assim como a alcalinidade, onde também foi utilizado um método de titulação seguindo a norma SM 2320 (APHA, 2005).

A partir da revisão de literatura, foi elaborado um folheto informativo com o objetivo de levar a população/residentes do condomínio, orientações sobre doenças veiculadas pela água e melhores ações de profilaxia. O público-alvo atendido equivale a 15 propriedades cujos responsáveis estão incluídos em faixa etária entre 40 a 70 anos e nível de escolaridade variando entre ensino médio completo a incompleto.

Resultados

A tabela 1 apresenta os resultados obtidos para os parâmetros físico-químicos avaliados nos 5 pontos de coleta.

Tabela 1 – Resultados das análises físico-químicas.

	P1	P2	P3	P4	P5
Temp. Água	24,0	25,4	26,9	26,8	30,0
pH	6,1	6,1	6,2	6,1	6,1
Condutividade	232	150	160	160	181
Dureza	81	83	80	75	78
Alcalinidade	9	6	5	9	7

Temp. Água (°C), Condutividade (µs/cm), Dureza (mg/L CaCO₃), Alcalinidade (mg/L CaCO₃),
Fonte: Os autores.

Assim, foi possível verificar que, no que se refere a temperatura da água, esta variou de 24,0 a 30°C. Tais resultados podem estar relacionados com o horário da coleta uma vez que os procedimentos amostrais tiveram início às 8:30 (P1) e fim às 10:30 (P5), horário com maior temperatura. A faixa de pH obtida considera a água como levemente ácida e não apresentou variações relevantes, permanecendo entre 6,1 e 6,2.

Foi observado uma grande variação nos resultados de condutividade, tendo alternado entre 150 µs/cm e 232 µs/cm. Este pico pode ser explicado devido ao fato de P1 se referir a caixa de distribuição geral onde a água fica armazenada, podendo resultar em acúmulo de substâncias que influenciam na elevação dos valores de condutividade elétrica. Os resultados verificados para a dureza mostram uma variação de 78 mg/L CaCO₃ a 83 mg/L CaCO₃, sendo, portanto, classificada como levemente dura.

A alcalinidade indica a capacidade de uma solução absorver ácidos sem alterar seu pH, ela acontece devido a presença de substância dissolvidas que neutralizam ácidos, como bicarbonato, carbonato e hidróxido. No que se refere a este parâmetro, o mesmo variou de 5 mg/L CaCO₃ a 9 mg/L CaCO₃ sendo normalmente relacionada com a variação do pH que, no presente trabalho mostrou-se invariável.

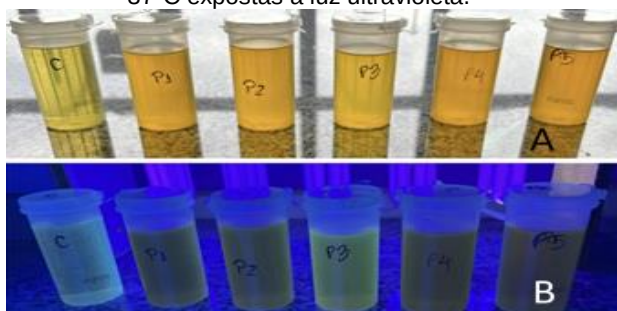
A tabela 2 e a figura 2 apresentam os resultados obtidos para os parâmetros biológicos avaliados nos 5 pontos de coleta.

Tabela 2 – Resultado das análises microbiológicas.

	P1	P2	P3	P4	P5
Coliformes totais	P	P	P	P	P
<i>E. coli</i>	A	A	P	A	A

Coliformes totais: ausência (A)/presença (P), *E. coli* ausência (A)/presença (P).
Fonte: Os autores.

Figura 2: Avaliação microbiológica para presença/ausência de bactérias do grupo coliformes nas amostras coletadas, onde (A) equivale a amostras incubadas por 24 horas a 37°C e (B) amostras incubadas por 24 horas a 37°C expostas a luz ultravioleta.

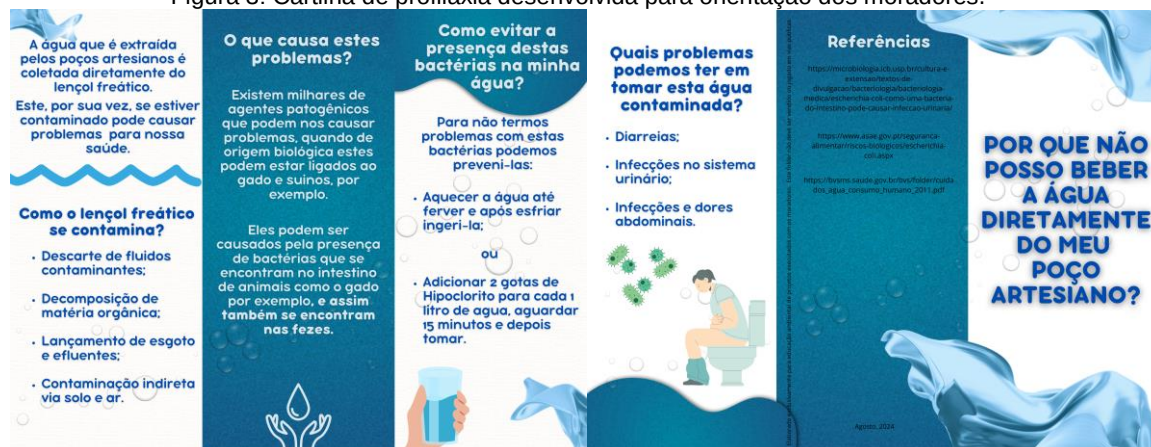


Fonte: Os autores

Assim, os resultados evidenciam que todas as amostras foram positivas para presença de bactérias do grupo coliformes e, no que se refere ao grupo coliformes fecais, apenas a amostra (P3) apresentou resultado positivo.

Sendo a prevenção a melhor saída para a não ingestão de água contaminada pelas bactérias, elaborou-se uma cartilha educativa (figura 3) exclusiva e voltada para a comunidade. Para a realização do documento, foi utilizado uma abordagem simples e de fácil compreensão, contendo os temas necessários para o entendimento de como ocorre a captação de águas subterrâneas, como as mesmas são contaminadas por bactérias, os males que estas podem causar e como realizar a devida profilaxia antes de consumir a água captada.

Figura 3: Cartilha de profilaxia desenvolvida para orientação dos moradores.



Fonte: Os Autores, 2024.

A roda de conversa realizada com o público-alvo envolvido permitiu o melhor entendimento do material apresentado. Não houve questionamentos quanto aos procedimentos, todavia os residentes das casas não visitadas e atendidas quanto as análises da água solicitaram que suas casas também tivessem a avaliação da qualidade da água, a fim de evidenciar se realmente os cuidados adotados estão de acordo com os procedimentos discutidos na roda de conversa.

Discussão

A água desempenha um papel fundamental na manutenção da saúde, e sua qualidade é crucial para garantir reais benefícios. Embora essencial para a vida, pode se transformar em um dos principais vetores de contaminação se não for devidamente tratada. Essas fontes não tratadas ou contaminadas podem conter patógenos e substâncias químicas prejudiciais à saúde. Algumas das condições que a utilização de águas não controladas são doenças gastrointestinais, infecções e até envenenamento por metais pesados (Amaral et al., 2003). Desta forma, a avaliação da qualidade da água se faz importante em diversas situações, principalmente em poços artesianos onde em muitos casos, foram alocados em locais que não seguiam os padrões estabelecidos, como próximo a fossas e locais utilizados pela agropecuária, ou mal mantidos.

O pH mede a quantidade de H^+ presente na água, sendo em condições levemente ácidas ou neutras, determinante da sobrevivência da maioria dos seres vivos. No presente trabalho não apresentou variação, todavia, tem uma importante participação no abrandamento de água dura, tendo também grande influência sob a fisiologia de diversas espécies e indiretamente, em determinadas condições pode contribuir para precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados e afetar a solubilidade de nutrientes (Pereira & Silveira, 2013). Por isso, as restrições de faixas de pH são estabelecidas para as diversas classes de águas naturais, tanto pela legislação federal, quanto pela legislação estadual (CETESB, 2009).

Os resultados obtidos de dureza, consideram a água analisada como levemente dura e pode-se afirmar, segundo a Portaria 888 de 4 de maio de 2021 (ANVISA), que ela é potável já que se encontra dentro do limite de 300 mg/L.

Segundo Funasa (2014), a dureza da água é expressa em mg/L CaCO_3 e pode ser classificada em mole ou branda: entre <50 mg/L de CaCO_3 ; dureza moderada: entre 50 mg/L e 150 mg/L de CaCO_3 ; dura: entre 150 mg/L e 300 mg/L de CaCO_3 ; e muito dura: >300 mg/L.

Considerando que a condutividade elétrica é um indicador de íons e a dureza se dá pela concentração de íons de magnésio e cálcio, a variação destes parâmetros ao longo dos pontos de coleta estudados, evidenciaram relação direta entre os mesmos, sendo que no ponto um (P1) a maior concentração destes íons e maior condutividade elétrica muito provavelmente tem relação ao tempo de armazenamento da água antes de ser distribuída.

O estudo da alcalinidade em águas subterrâneas se faz importante uma vez que, essas águas sofrem grande influência da composição do solo e rochas locais, se intensificando ainda mais em águas subterrâneas, além de estar relacionada com o pH. No presente trabalho, considerando os resultados das análises aqui realizadas, apresentaram um padrão invariável, podendo ser explicado pela alcalinidade, já que com medidas ideais desta, o pH tende a não oscilar, diferentemente de quando seus índices estão baixos, causando variações que irão ocasionar corrosões em encanamento, proliferação de algas e males a saúde. Considerando o ambiente de estudo e os diferentes pontos de coleta, pode-se sugerir que a geologia local deve ter influência direta nos teores de alcalinidade assim como observado para a dureza, no que se refere a variação também observada nos teores de CaCO_3 .

O estudo da condutividade elétrica da água se faz importante uma vez que, este parâmetro indica a presença de minerais, contaminantes e entre outras substâncias indesejadas como o cloro, que é muito utilizado para limpeza de caixas d'água. Sendo assim, em situações em que os usuários utilizam o cloro para limpeza e processo de desinfecção da água, a condutividade pode apresentar valores elevados. Nas análises, a condutividade teve seu valor alto, já que em águas naturais o teor apresentado é de 10 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ segundo a Funasa (2014).

A água, quando se encontra sob a influência das atividades humanas torna-se um dos principais meios de contaminação causadora de doenças intestinais e isso se agrava ainda mais em áreas rurais onde o fornecimento deste recurso é feito através de poços artesianos, que em muitos casos, são antigos, mal selados e localizados próximos a fontes de contaminação como pastagem de animais e fossas sépticas (Stukel et al., 1990). Diante disso, considerando a ausência/presença de bactérias do grupo coliformes, todas as amostras resultaram positivo para coliformes totais somente uma delas apresentou resultado positivo para fecal (*E. coli*).

A Educação Ambiental preconizando a sustentabilidade é um processo de aprendizagem permanente, baseado na vivência e consciência da real intervenção do ser humano no meio ambiente. Diante disso, ressalta-se que cada indivíduo percebe o ambiente a sua maneira e não lida apenas com a obtenção de informações, mas com significados, buscando firmar conhecimentos, exercitar valores cognitivos e criar suas perspectivas (Robottom & Hart, 1993). Assim, os resultados aqui obtidos quanto ao processo de reconhecimento dos aspectos negativos relacionados ao uso da água e saúde mostraram que, apesar de já terem o conhecimento sobre o assunto, os moradores do condomínio em questão gostariam de ter acesso a monitoramentos mais frequentes a fim de validar as ações adotadas por eles quanto a qualidade da água.

Conclusão

A qualidade da água é um fator determinante para a saúde pública, com implicações significativas para a prevenção de doenças e o bem-estar geral. Com o estudo realizado foi possível destacar a importância de monitorar e gerenciar diversos parâmetros como pH, condutividade elétrica, dureza e alcalinidade, para garantir que a água consumida esteja dentro dos padrões de potabilidade. Diante disso, os resultados mostraram que, embora a água analisada seja considerada potável de acordo com a legislação vigente relacionada aos parâmetros físico-químicos, aspectos como a presença de coliformes fecais, mesmo que limitada a um ponto específico, ressalta a importância de manter práticas adequadas de limpeza e manutenção dos poços artesianos e das caixas d'água, especialmente em áreas rurais. A educação ambiental desempenha um papel crucial na conscientização sobre os riscos associados à água contaminada e na promoção de práticas seguras para garantir a qualidade da água. Em suma, a gestão eficiente da água e a educação contínua são essenciais para prevenir problemas de saúde e garantir a segurança deste recurso vital.

Referências

APHA (2005) *Standard Methods for the examination of water and wastewater SM2320; SM2340*. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation, 21th ed. Washington

AMARAL, L. A.; FILHO, A. N.; JUNIOR, O. D. R.; FERREIRA, F. L. A.; BARROS, L. S. S. (2003). Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Rev Saúde Pública** 2003;37(4):510-4. DOI: doi.org/10.1590/S0034-89102003000400017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/Gf5rNkVxPCSQYSXxHGykMFB/?lang=pt>. Acesso em: 13 ago. 2024.

BRASIL. Lei Nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1997.

ESPÍNDOLA, E. L. G.; SILVA, J. S. V.; MARINELLI, C. E.; ABDON, M. M. **A Bacia Hidrográfica do Rio Monjolinho: Uma Abordagem Ecosistêmica e a Visão Interdisciplinar**. 1. ed. São Paulo: RiMa, 2000.

LIRA, O. O. (prod.) **Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS** 1. ed. Funasa, 2014.

PASTORI, J. M. Projeto Urbanístico Regularização de Loteamento Chácara Pôr do Sol. Pastori Urbanismo, 2022.

PEIXOTO, A. L. A., AHMED, F. V.; SALES, C. M. R. Saneamento Básico: direito de todos? Uma breve análise. **Campos dos Goytacazes/RJ** – ano XIX, n.70, 2021. DOI: 10.36398/1980-63102021ano19n70.2. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/362709063_Saneamento_Basico_direito_de_todos_Uma_breve_analise. Acesso em: 13 ago. 2024.

PEREIRA, P. C. A. & SILVEIRA, A. P. P. Qualidade da água: propriedades, exames, indicadores, transmissão de doenças e potabilidade. In: TELLES, D. D. A. (org.) **CICLO AMBIENTAL DA ÁGUA: da chuva à gestão**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2013.

ROBOTTOM, I.; HART, P. **Research in environmental education: engaging the debate**. 1. ed. Geelong, Victoria: Deakin University, 1993.