



## **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DOS BEBEDOUROS DA ESCOLA ESTADUAL PADRE JOSÉ MARIA DO SACRAMENTO<sup>1</sup>.**

**Edlaine Silva Ferreira<sup>2</sup>, Airam Teresa Zago Romcy Sausen<sup>3</sup>, Paulo Sérgio Sausen<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Trabalho de pesquisa desenvolvido no Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática e Computacional da UNIJUI;

<sup>2</sup>Bolsista Capes do Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática e Computacional, UNIJUI;

<sup>3</sup>Professora do Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática e Computacional, UNIJUI;

<sup>4</sup>Professor do Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática e Computacional, UNIJUI.

### **RESUMO**

A qualidade da água potável ingerida está diretamente relacionada com a saúde humana, a garantia de segurança e potabilidade depende do funcionamento adequado de etapas que vão desde o tratamento até a distribuição, caso alguma delas apresente falhas, pode ocorrer um processo de contaminação. Partindo desse pressuposto, este artigo objetivou-se em avaliar a qualidade da água dos bebedouros da Escola Estadual Padre José Maria do Sacramento, situada no município de Nova Brasilândia-MT, este estudo aborda os padrões de qualidade exigidos, fontes de contaminação e medidas preventivas para assegurar água potável segura na escola. Os padrões de qualidade incluem parâmetros microbiológicos, químicos e físicos estabelecidos pelas autoridades de saúde, as principais fontes de contaminação podem ser sistemas de abastecimento inadequados, tubulações internas antigas, falta de manutenção dos bebedouros e armazenamento inadequado, assim para garantir que a água consumida nos bebedouros escolares seja segura, é necessário que ela atenda aos padrões estabelecidos. No Brasil, a qualidade da água potável é regulamentada pela Portaria de Consolidação n.º 5, de 28 de setembro de 2017, que estabelece os parâmetros microbiológicos, químicos e físicos da água, com base nessas informações realizou-se uma busca de dados no Sistema de Abastecimento de Água e Esgoto (SAEE) do município, portal da ANA (Agência Nacional de Águas) e em periódicos da CAPES com os descritores de qualidade da água. A análise estatística por meio da modelagem matemática incluiu a determinação da média, mediana, desvio padrão e intervalo de confiança para cada parâmetro. Após a assepsia com álcool 70% nos bebedouros, realizou-se as coletas de água diretamente em frasco de vidro com tiosulfato de sódio a 10%, e avaliadas no período de 24 horas, conclui-se que os quatro bebedouros analisados seguem os padrões de potabilidade de água estabelecidos (DANTAS et al., 2010).

**Palavras Chaves:** Padrões de qualidade da água. Modelagem Matemática. Estatística.

### **ABSTRACT**

Drinking water quality is directly related to human health, and ensuring safety and potability depends on the proper functioning of steps ranging from treatment to distribution. If any of these steps fail, contamination can occur. Based on this premise, this article aimed to



evaluate the quality of the water from the drinking fountains at Padre José Maria do Sacramento State School, located in the municipality of Nova Brasilândia-MT. This study addresses the required quality standards, sources of contamination, and preventive measures to ensure safe drinking water at the school. The quality standards include microbiological, chemical, and physical parameters established by health authorities. The main sources of contamination can be inadequate supply systems, old internal pipes, lack of maintenance of drinking fountains, and improper storage. To ensure that the water consumed at school drinking fountains is safe, it must meet the established standards. In Brazil, drinking water quality is regulated by the Consolidation Ordinance No. 5, dated September 28, 2017, which establishes the microbiological, chemical, and physical parameters of water. Based on this information, data were collected from the Municipal Water and Sewage Supply System (SAEE), the National Water Agency (ANA) portal, and CAPES journals using water quality descriptors. Statistical analysis through mathematical modeling included determining the mean, median, standard deviation, and confidence interval for each parameter. After sanitizing the drinking fountains with 70% alcohol, water samples were collected directly in glass bottles with 10% sodium thiosulfate and evaluated within 24 hours. It was concluded that the four analyzed drinking fountains meet the established drinking water standards (DANTAS et al., 2010).

**Keywords:** Water Quality Standards. Mathematical Modeling. Statistics.

## INTRODUÇÃO

A qualidade da água potável é fundamental para a saúde humana, e a garantia de sua segurança depende do adequado funcionamento das etapas desde o tratamento até a distribuição (FUNASA, 2019). A contaminação da água pode ocorrer devido a falhas em qualquer uma dessas etapas. No contexto escolar, a água destinada ao consumo deve atender aos padrões de potabilidade estabelecidos pelas autoridades de saúde do Brasil, de acordo com a Portaria de Consolidação n.º 5, de 28 de setembro de 2017 (Brasil. Ministério da Saúde, 2017). Esta regulamentação define parâmetros microbiológicos, químicos e físicos que garantem a segurança da água para consumo humano. A presença de metais pesados (por exemplo, chumbo e cobre) que podem se desprender das tubulações antigas e corroídas, além de substâncias como nitratos, estas contaminações podem resultar em problemas graves de saúde, como doenças gastrointestinais e intoxicações, reforçando a necessidade de manutenção e atualização das infraestruturas de distribuição de água na escola.

Este artigo foca na avaliação da qualidade da água dos bebedouros da Escola Estadual Padre José Maria do Sacramento, localizada em Nova Brasilândia/MT, tendo como protagonistas os alunos do 3º ano do ensino médio vespertino. O estudo examina a conformidade da água com os padrões estabelecidos, as possíveis fontes de contaminação e as



medidas preventivas necessárias para assegurar a potabilidade. Utilizando uma abordagem metodológica que inclui a coleta e análise de amostras de água e a revisão da literatura, a pesquisa visa oportunidades para envolver os alunos em atividades de aprendizado prático e análise de dados para garantir água de qualidade para a comunidade escolar. Segundo Burak (2004) a modelagem matemática constitui-se em um conjunto de procedimentos cujo objetivo é estabelecer um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões.

Sendo assim, a modelagem matemática foi aplicada para a análise estatística dos parâmetros químicos das amostras coletadas, incluindo os cálculos de média, mediana, desvio padrão e intervalo de confiança para cada parâmetro, permitindo uma compreensão mais precisa da qualidade da água e a identificação de possíveis falhas. Conforme Bassanezi (2002) a modelagem matemática é uma ferramenta poderosa para a resolução de problemas complexos, pois possibilita o desenvolvimento de modelos que representam situações reais e a obtenção de soluções práticas e eficazes. Os resultados da modelagem matemática auxiliarão na proposta de ações corretivas e na minimização de riscos à saúde, contribuindo para a segurança e potabilidade da água consumida na escola.

## **METODOLOGIA**

Para que os alunos possam investigar e solucionar problemas por meio da modelagem matemática, é essencial criar um ambiente de aprendizagem que promova a problematização e a investigação, trata-se de uma pesquisa exploratória de caráter quantitativo, na qual é realizada a análise da contaminação química da água para consumo humano nos bebedouros escolar.

Para o desenvolvimento deste artigo, foi utilizada a metodologia conforme Biembengut e Hein (2017), no qual a modelagem segue alguns procedimentos (etapas), subdivididas em seis sub-etapas, sendo elas: 1) interação – reconhecimento da situação-problema e familiarização com o assunto a ser modelado (pesquisa); 2) matematização – formulação (hipótese) e resolução (do problema em termos matemáticos; 3) Modelo matemático – interpretação da solução e validação do modelo. Na primeira etapa, os alunos identificaram a situação-problema, que é a análise da quantidade e qualidade da água dos bebedouros da escola, através de pesquisas e discussões, os alunos se familiarizam com o tema, sustentados por um referencial teórico sobre



qualidade da água e estatísticas relevantes. Na segunda etapa, os alunos formulam hipóteses sobre a qualidade da água, como a suposição de que a água dos bebedouros pode não estar em conformidade com os padrões de saúde estabelecidos ou a ideia de que a quantidade de água disponível para os alunos poderia ser otimizada.

Na etapa do modelo matemático, os resultados obtidos foram interpretados para compreender as implicações práticas das análises realizadas pelo laboratório do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) Nova Brasilândia/ MT. Através deste estudo, verificou-se que a água dos bebedouros atende aos padrões de qualidade estabelecidos, além de identificar possíveis áreas de melhoria. A avaliação da modelagem matemática foi realizada verificando se os resultados obtidos são coerentes com a realidade e se o modelo pode ser utilizado para tomar decisões informadas sobre o uso da água na escola, como Biembengut e Hein (2017) destacam:

A modelagem matemática permite que os alunos se tornem agentes ativos no processo de aprendizagem, possibilitando uma compreensão mais profunda dos problemas reais e o desenvolvimento de habilidades críticas e analíticas.

A metodologia ativa foi implementada através de investigação, onde os discentes formaram equipes para conduzir experimentos de campo, acompanhar a realização das análises laboratoriais e interpretar dados. Cada equipe foi responsável por elaborar relatórios detalhados e apresentar suas descobertas promovendo discussões sobre a importância da água potável segura e práticas sustentáveis. Além disso, essa abordagem engajou os alunos em atividades práticas e colaborativas, desenvolvendo habilidades essenciais como resolução de problemas e pensamento crítico, preparando-os para enfrentar desafios contemporâneos. Conforme destaca Bassanezi (2002), a modelagem matemática, ao ser inserida no contexto educacional, permite aos alunos compreender e interpretar fenômenos do mundo real, promovendo um aprendizado significativo e contextualizado.

## **PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**





- Resolução do problema em termos do modelo: Utilizar métodos matemáticos para resolver o problema conforme formulado na etapa anterior.

### 3. Modelo Matemático:

- Interpretação do modelo: Analisar os resultados obtidos e interpretá-los no contexto do problema real.
- Verificação de sua adequabilidade – validação: Avaliar se o modelo matemático desenvolvido é adequado para o problema, verificando sua precisão e aplicabilidade.

Portanto, a metodologia de trabalho proposta promove um ambiente de aprendizagem em que os alunos se tornam mais ativos, estimulando sua autonomia, criticidade e capacidade de reflexão. Ao engajarem-se na formulação e investigação de questões, os alunos desenvolvem habilidades essenciais para uma aprendizagem significativa. Conforme apontado por Biembengut e Hein (2017), essa abordagem busca estabelecer um ambiente educacional dinâmico e reflexivo, promovendo maior autonomia e pensamento crítico entre os alunos. Ao aplicar a matemática em contextos reais e pertinentes, os alunos conseguem relacionar conceitos matemáticos com situações práticas, o que torna o processo de aprendizagem mais envolvente e contextualizado. Essa é uma característica natural do desenvolvimento humano e social que se estendeu ao ensino da Matemática, pois segundo Biembengut e Hein (2017) muitas situações do mundo real podem apresentar problemas que requeiram soluções e decisões. Alguns desses problemas contêm fatos matemáticos relativamente simples. O processo de investigação e a resolução de problemas reais são centrais para que eles se apropriem melhor dos conceitos matemáticos e desenvolvam habilidades importantes para a vida acadêmica e profissional.

A integração entre modelagem matemática e estatística proporcionou uma aprendizagem significativa para os alunos. Ao utilizar o *software* Excel para realizar a modelagem, eles puderam analisar diversos parâmetros, incluindo pH, cloro residual (CR), turbidez (T), chumbo ( $\mu\text{g/L}$ ), coliformes totais (NMP/100 ml) e *Escherichia coli* (NMP/100 ml). Essa abordagem integrada possibilitou uma compreensão mais profunda dos conceitos e métodos, facilitando a interpretação dos dados e a aplicação prática das técnicas de modelagem



e análise estatística, conforme descrito a seguir: coleta de amostras; análise das amostras laboratoriais no laboratório do Sistema de Abastecimento de água e esgoto (SAEE); interpretação dos resultados; apresentação dos resultados; implementação de medidas corretivas; atividades estatísticas e modelagem matemática.

### Coleta de Amostras

As amostras de água foram coletadas em quatro bebedouros da Escola Estadual Padre José Maria do Sacramento, foram realizadas seguindo os procedimentos de assepsia, utilizando álcool 70% para limpeza dos frascos de vidro contendo tiosulfato de sódio a 10%.

### Parâmetros Analisados

As amostras foram analisadas para os seguintes parâmetros: PH, Cloro Residual (CR), Turbidez (T), Chumbo ( $\mu\text{g/L}$ ), Coliformes Totais (NMP/100 ml e Escherichia coli (NMP/100 ml).

### Registro das Amostras

Os resultados das análises das amostras foram registrados na tabela abaixo:

Localização do bebedouro	PH	Cloro Residual (mg/L)	Turbidez (NTU)	Chumbo ( $\mu\text{g/L}$ )	Coliformes Totais (NMP/100 ml)	Escherichia coli (NMP/100 ml)
Bloco A, corredor principal	6,7	0,5	0,8	2	< 1	Ausência
Bloco B, corredor secundário	6,8	0,3	1,2	1	2	Ausência
Refeitório	6,6	0,6	0,5	3	1	Ausência
Sala dos professores	6,8	0,4	0,6	1	< 1	Ausência

Tabela de Dados de Análise da Qualidade da Água dos Bebedouros Escolares. Fonte: SAEE



### Legenda:

- PH: Indica a acidez ou alcalinidade da água (valores ideais geralmente entre 6,5 e 8,5).
- Cloro Residual: Quantidade de cloro presente na água após a desinfecção (valores ideais variam dependendo do tipo de cloro utilizado).
- Turbidez: Medida da transparência da água (valores ideais geralmente abaixo de 1 NTU).
- Chumbo: Concentração de chumbo na água (valores ideais próximos de zero, pois o chumbo é tóxico mesmo em pequenas quantidades).
- Coliformes Totais e Escherichia coli: Indicadores de contaminação bacteriana (valores ideais são ausência de coliformes e Escherichia coli).

### Análise Estatística

Para cada parâmetro, foram calculadas a média, a mediana, o desvio padrão e o intervalo de confiança (95%).

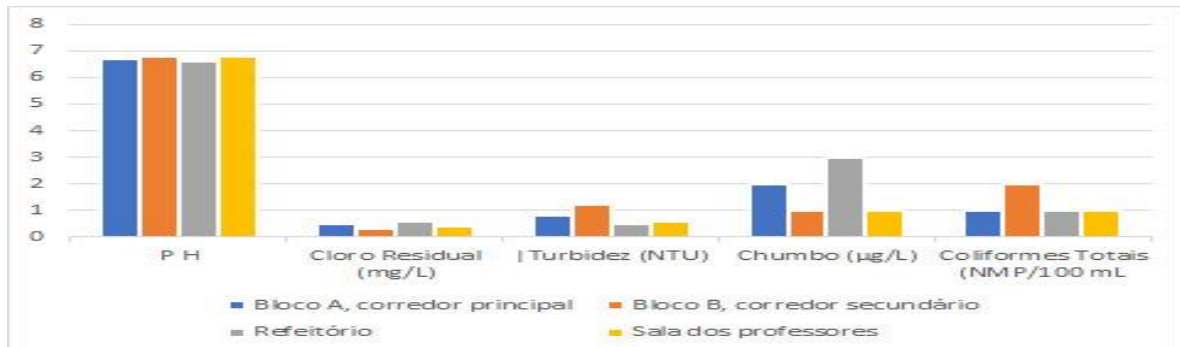
Análise Estatística dos Parâmetros de Água dos bebedouros da Escola Estadual Padre José Maria do Sacramento em tabela.

Parâmetro	Média	Mediana	Desvio Padrão	IC Inferior	IC Superior
pH	6,5	6,75	0,28	6,05	6,95
Cloro Residual	0,45	0,45	0,13	0,24	0,66
Turbidez	0,775	0,7	0,31	0,29	1,26
Chumbo	0,775	0,7	0,31	0,29	1,26
Coliformes Totais	1,75	1,5	0,96	0,22	3,28

Fonte: a autora

Análise Estatística dos Parâmetros de água dos bebedouros da Escola Estadual Padre José Maria do Sacramento em gráfico.





Fonte: a autora

A análise estatística dos dados coletados dos bebedouros da escola mostrou que a qualidade da água está dentro dos padrões estabelecidos pelas autoridades de saúde para os parâmetros analisados. No entanto, é importante continuar monitorando e mantendo a qualidade da água por meio de práticas preventivas e corretivas para assegurar a saúde da comunidade escolar.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística da qualidade da água dos bebedouros da Escola Estadual Padre José Maria do Sacramento revelou que, em geral, os parâmetros analisados estão dentro dos padrões estabelecidos pelas autoridades de saúde. O pH da água foi encontrado dentro da faixa ideal de 6,5 a 8,5, essencial para garantir a eficiência dos processos de desinfecção e a segurança da água. A concentração de cloro residual também estava adequada, assegurando que a água fosse devidamente desinfetada. A turbidez, que deve ser abaixo de 1 NTU para garantir a clareza da água e a eficácia da desinfecção, foi monitorada para garantir que não houvesse partículas visíveis que pudessem indicar contaminação. A concentração de chumbo foi encontrada próxima de zero, o que é positivo, dado que o chumbo é tóxico mesmo em pequenas quantidades e pode resultar de tubulações antigas e corroídas. Além disso, a análise dos indicadores de contaminação bacteriana, como coliformes totais e Escherichia coli, mostrou que não havia presença desses microrganismos na água, indicando que a água estava micro biologicamente segura.

Os resultados estatísticos, que incluíram cálculos de média, mediana, desvio padrão e intervalo de confiança (95%), mostraram que a qualidade da água dos bebedouros é geralmente consistente e dentro dos limites aceitáveis. A média e a mediana forneceram uma visão geral



das concentrações dos parâmetros analisados, enquanto o desvio padrão revelou a variabilidade dos dados. O intervalo de confiança, por sua vez, ajudou a confirmar a precisão das estimativas dos parâmetros, reforçando a confiabilidade dos resultados obtidos. Embora os resultados estejam dentro dos padrões estabelecidos, é crucial manter o monitoramento contínuo da qualidade da água e adotar boas práticas de manutenção com medidas corretivas e preventivas implementadas para garantir que a água continue segura para o consumo. A participação dos alunos em projetos de investigação e a aplicação de metodologias ativas não apenas contribuíram para uma melhor compreensão e controle da qualidade da água, mas também promoveram a conscientização e o engajamento com questões de saúde pública e ambientais, preparando-os para enfrentar desafios contemporâneos com habilidades práticas.

## CONCLUSÃO

A análise da qualidade da água dos bebedouros da Escola Estadual Padre José Maria do Sacramento demonstrou que a água está, em geral, dentro dos padrões estabelecidos para parâmetros microbiológicos, químicos e físicos. A água apresentou características adequadas, como pH dentro da faixa ideal, níveis adequados de cloro residual, baixa turbidez e ausência de contaminantes como chumbo e microrganismos. Os resultados foram promissores e confirmaram que a água fornecida atende aos critérios de qualidade estabelecidos, garantindo que é segura para o consumo. É importante destacar que os estudos estatísticos e de modelagem matemática desempenham um papel crucial na análise e interpretação dos dados de qualidade da água, a aplicação de técnicas estatísticas, como cálculos de média, mediana, desvio padrão e intervalos de confiança, permitiu uma avaliação precisa da variabilidade e consistência dos parâmetros analisados. Essas análises ofereceram uma visão detalhada da qualidade da água e ajudaram a identificar padrões e possíveis problemas que possam não ser evidentes em uma análise superficial, além disso, a modelagem matemática pode auxiliar na previsão e no controle da qualidade da água, proporcionando ferramentas para simular diferentes cenários e avaliar o impacto de variáveis específicas. Essas abordagens quantitativas foram essenciais para garantir a eficácia das medidas de controle e para a implementação de estratégias de manutenção preventiva.



No entanto, a ausência de contaminação detectada não elimina a necessidade de um monitoramento contínuo da qualidade da água, a vigilância constante e a realização periódica de testes são essenciais para garantir a manutenção dos padrões de segurança e para identificar possíveis falhas ou alterações na qualidade da água que possam surgir ao longo do tempo. Para assegurar a continuidade da qualidade da água e promover boas práticas de higiene, foi elaborado e anexado um protocolo de limpeza próximo aos bebedouros. Este protocolo visa orientar sobre a higienização dos bebedouros e recipientes de armazenamento de água. Os procedimentos e práticas adotados neste estudo ressaltam-se na importância de medidas proativas para garantir a qualidade da água em diferentes contextos, como residências e instituições educacionais. A aplicação contínua dessas práticas, aliada à utilização de métodos estatísticos e modelagem matemática, não apenas contribuíram para a segurança da água, mas também para a conscientização e capacitação da comunidade escolar.

## REFERÊNCIAS

**Agência Nacional de Águas (ANA).** (n.d.). *Qualidade da água*. Retrieved July 25, 2024, from <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/qualidade-da-agua>.

**BASSANEZI, R. C.** Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia. São Paulo: Contexto, 2002.

**Biembengut, M. S., & Hein, N.** (2017). Modelagem Matemática: Educação Matemática para a Cidadania.

**Brasil. Ministério da Saúde.** Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Diário Oficial da União, Brasília, 2017.

**BURAK, D.** Modelagem Matemática: ações e interações no processo de ensino e aprendizagem. 2004.

**DANTAS, Amanda Katielle Dias et al.** Qualidade microbiológica da água de bebedouros destinada ao consumo humano. *Biociências, Unitau*, v. 16, n. 2, 2010.

**FUNASA (Fundação Nacional de Saúde).** Manual de Saneamento. Brasília: FUNASA, 2019.



**Mendes, K. D. S., Silveira, R. C. de C. P. & Galvão, C. M. (2008).** Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem.

**Silva, J. R., & Santos, M. A. (2023).** Análise da qualidade da água em escolas: metodologias e resultados.