

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA**

ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL CIDADE TIRADENTES

Técnico em química

Gabrieli Luiza de Souza Souto
Giovanna Cristina Santana Antonio
Joanna Gabrielly Garcia Jansen
Julia Carolina Alves de Azevedo
Laíza Duarte Lima
Vitória Soares Santos

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA POTÁVEL E DOS
BEBEDOUROS DA ETEC DE CIDADE TIRADENTES: Análises
Químicas e Microbiológicas**

SÃO PAULO

2024

Gabrieli Luiza de Souza Souto
Giovanna Cristina Santana Antonio
Joanna Gabrielly Garcia Jansen
Julia Carolina Alves de Azevedo
Laíza Duarte Lima
Vitória Soares Santos

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA POTÁVEL E DOS
BEBEDOUROS DA ETEC DE CIDADE TIRADENTES: Análises
Químicas e Microbiológicas**

Trabalho de Conclusão de Curso,
referente ao Técnico em Química
(NovoTec) da ETEC de Cidade
Tiradentes, orientado pela Profa. Dra.
Danielle Santos Lima, como requisito
parcial para obtenção do título de
Técnico em Química.

SÃO PAULO
2024

Gabrieli Luiza de Souza Souto
Giovanna Cristina Santana Antonio
Joanna Gabrielly Garcia Jansen
Julia Carolina Alves de Azevedo
Laíza Duarte Lima
Vitória Soares Santos

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA POTÁVEL E DOS
BEBEDOUROS DA ETEC DE CIDADE TIRADENTES: Análises
Químicas e Microbiológicas**

Trabalho de Conclusão de Curso,
referente ao Técnico em Química
(NovoTec) da ETEC de Cidade
Tiradentes, orientado pela Profa. Dra.
Danielle Santos Lima, como requisito
parcial para obtenção do título de
Técnico em Química.

Aprovado em:

(Título e nome do elemento que compõe a banca examinadora) (Data)

(Título e nome do elemento que compõe a banca examinadora) (Data)

(Título e nome do elemento que compõe a banca examinadora) (Data)

DEDICATÓRIA

Dedicamos esse trabalho a todos aqueles que acreditam na ciência e que através dela se propõem a lutar por um mundo melhor. A todos aqueles que acreditam no poder do conhecimento.

AGRADECIMENTO

Gostaríamos de agradecer primeiramente à Deus que em sua força nos susteve.

Agradecemos a nós que diante de tantas dificuldades persistimos e nos mantivemos ao longo do curso.

Agradecer também nossa orientadora Danielle por toda paciência e zelo pelo nosso trabalho e por nos ajudar sempre que a procurávamos mesmo fora de tempo de aula.

Em especial, agradecemos nossos professores Alberto, Patrícia e Gemima, esses que nos acompanharam desde nosso primeiro ano e nos viram passar por diversos momentos de alegria e tristeza, obrigada por estarem do nosso lado sempre tentando nos fazer sorrir e nos animar. Aqui também agradecemos nossa companheira de laboratório, Layza, sua ajuda foi imprescindível para o êxito desse trabalho!

Agradecemos todos nossos parentes e amigos que estiveram ao nosso lado nessa jornada e nos ajudaram a nos mantermos firmes

“Nada na vida deve ser temido, apenas compreendido. Agora é hora de temer menos para compreender mais.”

– Maria Curie

RESUMO

O presente trabalho aborda a importância da água potável para a saúde pública, enfatizando que, embora abundante no planeta, apenas uma pequena fração é doce e acessível para consumo. A legislação brasileira, como a Portaria nº 888/2021, estabelece parâmetros de potabilidade e exige controle da qualidade da água destinada ao consumo humano. Além disso, o Projeto de Lei nº 2.298/2021 assegura que escolas públicas tenham acesso a esses serviços de saneamento. A Organização Mundial da Saúde (OMS) define padrões de potabilidade que incluem aspectos microbiológicos, químicos e de aceitabilidade, como odor e sabor. Com base nos parâmetros estabelecidos por esses órgãos foram realizadas análises de pH, dureza da água e microbiológicas para verificar a qualidade da água fornecida aos alunos da ETEC Cidade Tiradentes. Para validação do processo, na análise de dureza da água também foram feitas comparações entre a água do bebedouro e água da torneira do laboratório, obtendo um resultado negativo já que a água da torneira estava mais adequada nesse parâmetro de dureza do que a água do bebedouro. Por fim, conclui-se que a água fornecida nos bebedouros está dentro dos parâmetros, entretanto sua qualidade não é a mais adequada para o consumo.

ABSTRACT

This work addresses the importance of drinking water for public health, emphasizing that, although abundant on the planet, only a small fraction is fresh and accessible for consumption. Brazilian legislation, such as Ordinance No. 888/2021, establishes potability parameters and requires control of the quality of water intended for human consumption. Furthermore, Bill No. 2,298/2021 ensures that public schools have access to these sanitation services. The World Health Organization (WHO) defines potability standards that include microbiological, chemical and acceptability aspects, such as odor and flavor. Based on the parameters established by these bodies, pH, water hardness and microbiological analyzes were carried out to verify the quality of the water supplied to students at ETEC Cidade Tiradentes. Furthermore, to validate the process, in the water hardness analysis, comparisons were also made between water from the drinking fountain and water from the laboratory tap, obtaining a negative result since tap water was more suitable for this hardness parameter than water. drinking water. Finally, it is concluded that the water supplied in the drinking fountains is within the parameters, however its quality is not the most suitable for consumption.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	9
1.2 JUSTIFICATIVA	11
1.OBJETIVO GERAL.....	12
2.METODOLOGIA	13
3.1. Materias.....	13
3.1.1. Amostras	13
3.1.2. Reagentes.....	13
3.1.3. Vidrarias e equipamentos	13
3.2. Métodos.....	14
3.2.1. Análise de pH.....	14
3.2.2. Análise da dureza da água	14
3.2.3. Análise da presença de microorganismos nos bebedouros.....	14
3.RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	16
4.1. Análise pH	16
4.2. Análise da dureza da água	17
4.3. Análise da presença de micro-organismos nos bebedouros	18
5. CONCLUSÃO.....	21
REFERÊNCIAS	22

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso vital para a existência de vida em nosso planeta. No entanto, sua qualidade e disponibilidade são constantemente ameaçadas pela contaminação de várias fontes. O acesso a água potável e segura é essencial para a saúde pública e desenvolvimento sustentável (SORICE, s.d.).

Ela pode ser encontrada de forma abundante, mas não de forma potável. No total de água disponível no planeta cerca de 97% estão nos mares e oceanos (água salgada) e cerca de apenas 3% da água é doce. Dessa pequena porcentagem, pouco mais de 2% estão nas geleiras (em estado sólido) e, portanto, menos de 1% está disponível para consumo (Wildlife Fund Brasil, 2021).

As análises dos recursos hídricos e potabilidade da água tem extrema importância já que impactam diretamente na saúde e qualidade de vida daqueles que a consomem (SILVA, 2018, pg.2). Em ambientes escolares onde se tem uma alta quantidade de pessoas circulando todos os dias, é indispensável a manutenção periódica dos veículos de distribuição de água já que muitas doenças não são contraídas apenas de forma direta, mas também indiretamente pelo contato com esses veículos como os bebedouros (SILVA, 2018, pg.2).

A nível mundial existem órgãos responsáveis por redigirem parâmetros de definição de água potável, um desses órgãos é a OMS (Organização Mundial de Saúde, 2017). Entre os parâmetros estabelecidos destacam-se:

- Aspectos Microbianos;
- Aspectos Químicos;
- Aspectos de aceitabilidade como odor, gosto e aparência.

Além dos parâmetros mundiais, no Brasil também existem legislações próprias para a padronização de distribuição da água e sua qualidade. Uma dessas se encontra na Portaria nº888 do Ministério da Saúde, de 4 de maio de 2021. Essa legislação vai apontar características como:

- PH;
- Turbidez;
- Cor;
- Concentração de ferro, cobre, magnésio e outros;
- Cloração.

Esse trabalho é desenvolvido voltado principalmente para os aspectos seguintes:

1.1. Aspectos Microbianos:

A caracterização da pureza da água como aspecto microbiano se dá principalmente pela ausência de patógenos presentes, sendo esses os principais transmissores de doenças e formados principalmente pelos gêneros: *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Serratia* e *Enterobacter*, essas bactérias são encontradas principalmente em coliformes fecais. (PONGELUPPE Andrea, 2009, pg.6). Para a possível identificação de algumas dessas bactérias são feitas análises que observam seu crescimento, são utilizados meios de cultura de acordo com suas especificações como o gram das bactérias que são procuradas ou de onde são coletadas (PONGELUPPE Andrea, 2009, pg.6);

Um risco do contato e consumo com água contaminada é a contração de doenças, sendo as principais:

1. A ascaridíase (bactéria *Ascaris lumbricoides*): comumente conhecida como lombriga, essa doença vem pela ingestão de ovos de parasitas (CENTRO DE MEDICINA, 2022);
2. A cólera (bactéria *Vibrio cholerae*): muito conhecida, essa doença se transmite via fecal-oral (CENTRO DE MEDICINA, 2022);
3. Febre tifoide (bactéria *Salmonella typhi*): também transmitida via fecal-oral, afeta órgãos como fígado, vesícula biliar e outros (CENTRO DE MEDICINA, 2022).

1.2. Aspectos Químicos:

O pH e a dureza da água são alguns dos principais aspectos que impactam suas propriedades químicas. O pH vai apontar principalmente a toxicidade por avaliar condições ácidas ou alcalinas, ele se torna muito importante pois apesar de poder ser de origem natural, também pode ser alterado no tratamento da água, podendo ter quantidades maiores de reagentes do que o permitido, um pH alcalino pode oferecer características corrosivas e quando ácido pode acarretar em incrustações (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006, pg.49).

A dureza da água vai apontar principalmente a presença de sulfatos e cloretos, sendo os mais comuns o cálcio e magnésio como cátions multivalentes Ca^{2+} , Mg^{2+} (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006, pg. 50). Concentrações muito altas desses minerais podem se tornar prejudiciais não apenas para a saúde humana, mas também para a infraestrutura dos locais por onde essa água passar já que possuem capacidades de corrosão, danificando e até mesmo encurtando a vida útil de tubulações por onde essa água passa (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006, pg. 51).

1.3. Aspectos de Aceitabilidade:

Os aspectos de aceitabilidade se enquadram nas características físicas da água, havendo predominância o sabor, odor e cheiro. Em ambientes úmidos como bebedouros é importante levar em consideração a alta probabilidade de crescimento de microrganismos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006, pg. 46). Para o controle desse aspecto foi realizada uma pesquisa de campo com as pessoas que diariamente consomem da água distribuída na instituição.

Diante disso, foram realizadas avaliações afim de verificar a qualidade da água que é distribuída aos alunos, e não apenas isso, também os bebedouros que podem se tornar potenciais de contaminação dependendo da higienização realizada no local foram levados em conta no momento das análises.

1.4. Justificativa

A avaliação da qualidade da água potável distribuída da ETEC de Cidade Tiradentes é crucial para garantir a saúde dos alunos. Análises químicas e microbiológicas identificam contaminantes prejudiciais e patogênicos que podem

prejudicar a saúde. Garantir a potabilidade da água proporcionando o bem-estar da comunidade escolar.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Analisar se a água fornecida nos bebedouros da ETEC Cidade Tiradentes está dentro dos parâmetros indicados pela legislação.

2.2. Objetivos específicos

- Analisar o pH da água;
- Analisar a Dureza da água;
- Analisar a presença de microrganismos nos bebedouros

3. METODOLOGIA

Para as análises das condições da água fornecida foram escolhidos os bebedouros do 1° e 2° andar da ETEC de Cidade Tiradentes. Os testes foram realizados seguindo os procedimentos descritos no Manual Prático de Análise de Água, produzido pela Fundação Nacional de Saúde (Funasa) em 2004.

3.1. Materiais

3.1.1. Amostras

As amostras analisadas foram obtidas nos bebedouros do 1° e 2° andar da ETEC de Cidade Tiradentes os quais ficam localizados no meio dos corredores das salas de aula e próximo aos banheiros.

3.1.2. Reagentes

- Água destilada
- Cloreto de amônio (NH₄Cl)

- EDTA dissódico
- Hidróxido de amônio (28-30%)
- Indicador Negro de Eriocromo T (NET)
- Meio de cultura MacConkey
- Meio de cultura TSA (Tryptic Soy Agar)

3.1.3. Vidrarias e equipamentos

- Bastão de vidro
- Béquer
- Bureta
- Erlenmeyer
- Espátula de inox
- Garra
- pHmetro
- Pipeta Pasteur
- Placa de Petri
- Proveta
- Suporte Universal
- Swab
- Vidro de relógio
- Lupa

3.2. Métodos

3.2.1. Análise de pH

Para a presente análise alíquotas de 20 ml de cada bebedouro foram coletadas em duplicata. A medição do pH foi realizada usando um pHmetro digital da marca Instrutherm pH-5000, previamente calibrado seguindo as orientações do fabricante. A leitura do pH foi feita após estabilização do valor, e o valor obtido foi anotado. Posteriormente, foi calculada a média dos resultados.

3.2.2. Análise da dureza da água

Para a análise de dureza da água, utilizou-se a titulação complexométrica, que é uma técnica de análise volumétrica que determina a concentração de íons metálicos em uma amostra. Foi coletada uma amostra de 50 ml de água de cada bebedouro. Após coletar as amostras, foram adicionados de 1 a 2 ml da solução tampão de amônia na amostra de água até atingir um pH de 10. O próximo passo foi adicionar 3 gotas do indicador negro de eriocromo T (NET), que atua como um indicador nesta análise. O titulante usado foi a solução de EDTA 0,01 mol/L, que foi gotejada sobre a amostra em agitação manual até a viragem da cor vinho para o tom azulado, indicando que todos os íons de cálcio e magnésio haviam reagido com o EDTA.

3.2.2.1. Soluções utilizadas na titulação complexométrica

3.2.2.1.1. Solução tampão de amônia:

Pesaram-se 0,7 g de cloreto de amônio (NH_4Cl), o qual foram transferidos para um béquer pequeno contendo 5 ml de água destilada, misturando-se até a completa homogeneização. Mediram-se 5,7 ml de hidróxido de amônio (NH_4OH) a uma concentração de 28-30%. A concentração de 28-30% no hidróxido de amônio indica a porcentagem da substância ativa no produto. Este foi adicionado ao cloreto de amônio. Após a mistura foi transferida para um béquer, e adicionaram-se 10 ml de água destilada, homogeneizando tudo.

3.2.2.1.1. Solução de EDTA 0,01 mol/L:

Pesaram-se 0,744 g de EDTA dissódico, que foram transferidos para um béquer. Adicionaram-se 100mL de água destilada e a mistura foi agitada até ficar homogênea. Em seguida, a solução foi transferida para um balão volumétrico de 200mL e completada com água até esse volume, misturando-se até homogeneizar completamente. Obtendo-se uma solução de concentração 0,01 mol/L.

3.2.3. Análise da presença de microrganismos nos bebedouros

3.2.3.1. Preparo dos meios de culturas

O primeiro meio a ser preparado foi o Ágar TSA (Tryptic Soy Agar) onde foi pesado 8g e adicionado a um vidro relógio. O segundo meio de cultura preparado foi o Ágar MacConkey no qual 8g deste foi pesado em um vidro relógio, ambos foram transferidos para Erlenmeyer de 500 ml cada, adicionado 200ml de água destilada respectivamente. Ambos foram agitados para a solubilização com auxílio de agitadores magnéticos, sob aquecimento a 65 °C.

Após, os meios foram colocados em autoclave por 15 minutos para sua esterilização. Posteriormente, dentro da cabine de segurança biológica, volumes de 20ml dos meios estéreis foram transferidos para placas de pétri de vidro, totalizando 6 placas com o meio de cultura TSA e 6 com MacConkey. E mantidos em temperatura ambiente para sua solidificação.

3.2.3.2 Coleta das amostras microbiológicas e análises

Foram coletadas 8 amostras de microrganismos localizados nos bebedouros, no térreo e primeiro andar com swabs, em áreas de contato humano. Inicialmente, foram coletadas 4 amostras sem a higienização dos bebedouros. Em seguida, os bebedouros foram higienizados com água sanitária e detergente, e mais 4 amostras foram coletadas após a higienização. A semeadura foi realizada nos meios, TSA (4 placas) e MacConkey (4 placas) com técnica de estriamento simples e composto. Os meios após semeados, foram colocados na incubadora por 24h a 36°C. Os resultados obtidos foram analisados, gerando uma tabela (tabela 1) sendo possível observar o esquema de coletas e semeadura:

Tabela 1: Esquema de coletas e semeadura

Local	MacConkey	TSA	Quant. de amostra
Térreo	1 amostra com o bebedouro sujo e 1 após lavado	1 amostra com o bebedouro sujo e 1 após lavado	4
1º Andar	1 amostra com o bebedouro sujo e 1 após lavado	1 amostra com o bebedouro sujo e 1 após lavado	4

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Análise pH

Na figura A e B, podemos observar os resultados da primeira e segunda análise do pH do 1º andar. Já nas figuras C e D, estão apresentados os resultados da primeira e segunda análise do pH do 2º andar.

Figura 1: Análise de pH das amostras dos bebedouros 1º andar da ETEC. A) valor do pH da 1ª amostra; B) valor do pH da 2ª amostra.

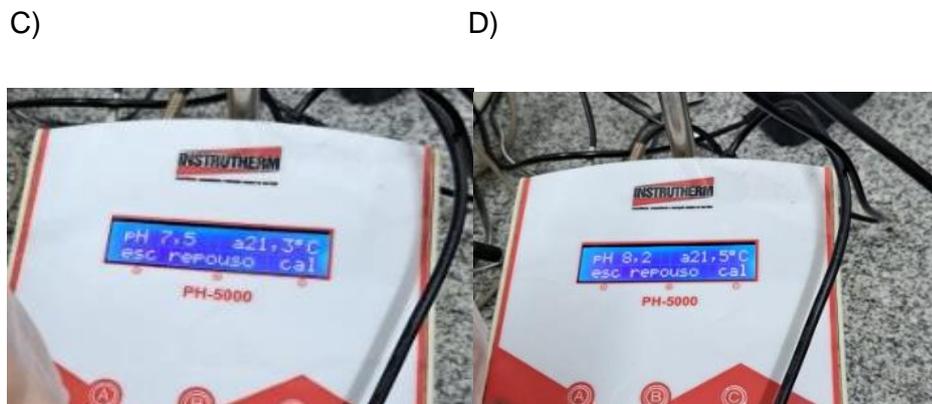
A)

B)



(fonte: autoral)

Figura 2: Análise de pH das amostras dos bebedouros do 2º andar da ETEC. C) Valor do pH da 1ª amostra; D) valor do pH da 2ª amostra.



(fonte: autoral)

Com base dos resultados obtidos, pode-se gerar uma tabela na qual encontra-se a média dos pHs de cada andar (Tabela 2).

Tabela 2: Análise de pH das amostras de água do 1º e 2º andar

Local	1ª Análise	2ª análise	Média
1º Andar	6,5	6,8	6,65
2º Andar	7,5	8,2	7,85

Fonte: autoria própria

Os resultados da análise do pH foram comparados com os padrões estabelecidos pela legislação brasileira para água potável. De acordo com a Portaria GM/MS nº 888/2021 e as diretrizes da CONAMA nº 357/2005, o pH da água potável deve estar na faixa de 6,0 e 9,5 (MICROAMBIENTAL, 2021).

Em vista disso, os resultados obtidos mostram que os bebedouros do 1º e 2º andar estão dentro dessa faixa, garantindo a segurança e qualidade da água (MICROAMBIENTAL, 2020).

O pH é um parâmetro fundamental para avaliar a qualidade da água, pois influencia a solubilidade de minerais, atividade microbiana e segurança para consumo humano (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011). Valores de pH fora da faixa ideal podem causar problemas de saúde, como corrosão de tubulações e equipamentos, e problemas gastrointestinais (NIVETEC, 2023).

No entanto, é importante monitorar e controlar o pH para evitar variações significativas, que podem afetar a qualidade da água. Fatores como temperatura, presença de substâncias químicas e atividade microbiana podem influenciar o pH (SPRQUALIDADE, 2023).

4.2. Análise da dureza da água

A água é um item essencial para a vida na Terra, entretanto pode apresentar diferentes níveis de dureza, podendo ser classificada entre dura, moderada ou mole, sendo definida pela concentração de sais de cálcio e magnésio (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006, pg.50).

A tabela abaixo (Tabela 3) é baseada nos dados do Ministério da Saúde relacionando as concentrações de dureza expressa em mg/L com sua correspondente classificação (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006, pg.50):

Tabela 3: Dureza da água expressa em mg/L e sua respectiva classificação

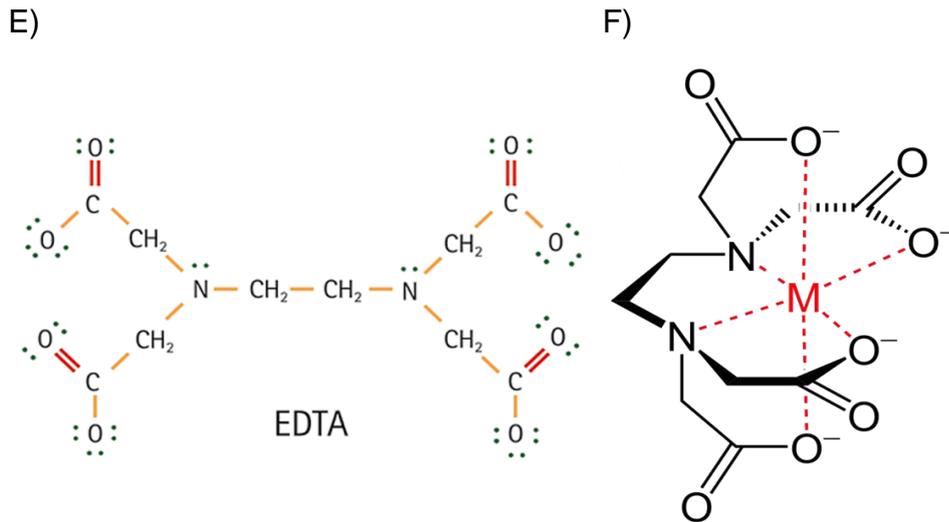
Mole ou branda	< 50mg/L de CaCO ₃
Dureza moderada	Entre 50mg/L e 150mg/L de CaCO ₃
Dura	Entre 150mg/L e 300mg/L de CaCO ₃
Muito dura	> 300mg/L de CaCO ₃

Fonte: Ministério da Saúde

Diante desses dados, a água do bebedouro do 2º andar da ETEC de Cidade Tiradentes foi escolhida para a análise de dureza pelo método da titulação com ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) (Figura 3, A), um agente quelante que forma complexos estáveis com íons metálicos, como cálcio (Ca²⁺) e magnésio (Mg²⁺) (Figura 1, B) (COREMAL, 2022). Durante a titulação, é utilizado o indicador negro de eriocromo T, que inicialmente forma um complexo rosa com os íons metálicos (PIRES, s.d.). Com a adição do EDTA, os íons metálicos são sequestrados, rompendo o

complexo com o indicador, esse processo é evidenciado pela mudança de cor de rosa claro para azul claro (PIRES, s.d.). Essa mudança de cor é o ponto final da titulação, indicando que todos os íons de cálcio e magnésio presentes foram complexados pelo EDTA.

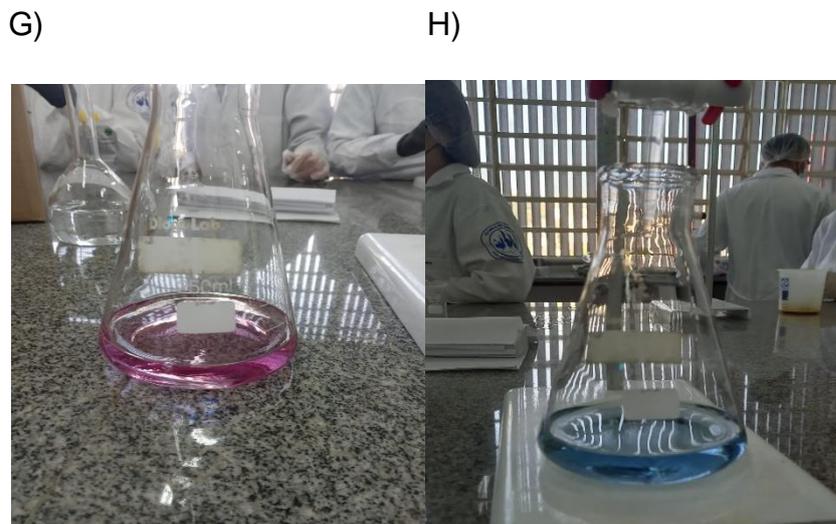
Figura 3: Estrutura química do ácido etilenodiamionotetracético (EDTA). E) Fórmula estrutural do EDTA; F) EDTA complexado com um metal.



Fonte: E) RESEARCHGATE - Fórmula estrutural do íon do ácido etilenodiaminotetracético (s.d.) <https://images.app.goo.gl/bmARczM26mANpKmY7>;

F) Ribeiro – Composto de coordenação (s.d.)

Figura 4: Ponto inicial e final da titulação de dureza de água com ácido etilenodiaminotetracético (EDTA). G) Ponto inicial; H) Ponto final.



(Fonte: autoral)

Para determinar a concentração de dureza da água dos bebedouros foi realizado o seguinte cálculo (FUNASA, 2004, pg.50):

CONCENTRAÇÃO DE CaCO_3 em mg/L

$$= \frac{\text{volume de EDTA utilizado (em mL)} \cdot \text{concentração de EDTA (em g/L)} \cdot 1.000}{\text{volume da amostra (em mL)}}$$

As titulações foram feitas em duplicatas objetivando-se minimizar os possíveis erros, os volumes de EDTA utilizados nas titulações foram listadas na tabela 4.

Tabela 4: Volume de EDTA utilizado na titulação da água distribuída do EDTA.

titulações	Volume (ml)
1	2,0
2	2,3
3	2,3

Fonte: autoria própria.

A concentração da solução de EDTA utilizada era de 0,01M e foi convertida em gramas, correspondendo em 3,722g.

Sabendo-se os volumes de EDTA utilizado em cada titulação, a concentração em gramas do EDTA e o volume da amostra (50ml) foi possível calcular a concentração de íon de cálcio e magnésio através da fórmula citada anteriormente, substituindo com os valores correspondentes. O resultado da concentração dos íons na água do bebedouro do 2º andar estão na tabela 5.

Tabela 5: Concentração de CaCO_3 na água distribuída no bebedouro do 2º andar.

Amostra do bebedouro do 2º andar	Concentração
1	148,8 mg/L de CaCO_3
2	171,2 mg/L de CaCO_3
3	171,2 mg/L de CaCO_3

Fonte: autoria própria.

Com esses valores calculou-se a média das três concentrações encontradas, o valor da média da dureza da água foi de 163,7mg/L.

De acordo com os dados do Ministério da Saúde (tabela 3), a água do bebedouro do 2º andar distribuído na ETEC de Cidade Tiradentes é uma água dura. Apesar da água distribuída ser considerada uma água dura, está dentro da

potabilidade estabelecida que Saúde 300mg/L de CaCO₃ (MINISTÉRIO DA SAUDE, 2021, pg.26). Entretanto, esse valor máximo não é encontrado em águas superficiais do Brasil (MINISTÉRIO DA SAUDE, 2006, pg.50).

Não existem estudos que comprovem que água dura é prejudicial à saúde, no entanto existem indicativos que o consumo em excesso dessa água pode ocasionar maior incidência de cálculo renal (NEWSLETTER, s.d.). Além disso, água dura também pode resultar em maior quantidade de sal, que pode ter como consequência um gosto salobro, fazendo com que a sede não seja saciada e causando também efeitos laxativos (NEWSLETTER, s.d.).

Diante disso, foi realizado uma titulação com a água da torneira do laboratório de farmácia, essa titulação teve como objetivo comparar a dureza da água bebedouro com a dureza da água da torneira.

A titulação de dureza da água da torneira foi realizada em duplicata, os volumes utilizados de EDTA estão listados na tabela 6.

Tabela 6: Volume de EDTA utilizado na titulação da água da torneira do laboratório.

Titulações	Volume de EDTA (ml)
1	1,2
2	1,4

Fonte: autoria própria.

Utilizando os volumes de EDTA em cada titulação e aplicando na fórmula citada anteriormente, o resultado da concentração de CaCO₃ da água da torneira está representado na tabela 7.

Tabela 7: concentração de CaCO₃ na água da torneira do laboratório de farmácia.

Amostra	Concentração
1	89,328 mg/L de CaCO ₃
2	96,722 mg/L de CaCO ₃

Fonte: autoria própria.

A partir disso foi calculado a média da dureza da água da torneira que resultou no valor de 93,02 mg/L de CaCO₃.

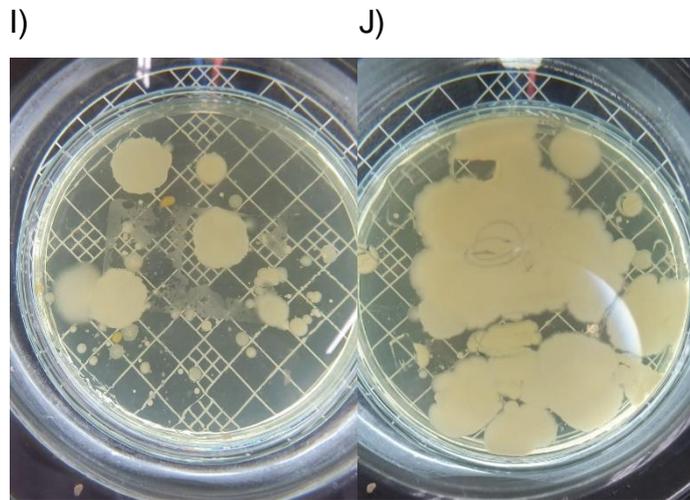
Comparando o resultado obtido com os dados do Ministério da saúde (Tabela 3), a água da torneira apresenta dureza moderada (MINISTÉRIO DA SAUDE, 2006, pg.50).

Essa variação de dureza entre a água distribuída no bebedouro e a torneira pode ser explicada pelo acúmulo de sais de CaCO_3 nas tubulações, entupindo ou enferrujando a mesma (NEWSLETTER, s.d.).

4.3. Análise da presença de microrganismos nos bebedouros

Foi feita a observação das placas semeadas após o cultivo onde foi possível analisar a grande proliferação de microrganismos.

Figura 5: Visualização, na lupa, dos meios de cultura TSA das amostras contaminadas dos bebedouros não higienizados do térreo e 1º andar. I) meio de cultura com amostra do térreo; J) meio de cultura com amostra do 1º andar.



(fonte: autoral)

Figura 6: Visualização, na lupa, do meio de cultura MacConkey da amostra contaminada do bebedouro não higienizados do 1º andar. K) meio de cultura com amostra do 1º andar.

K)

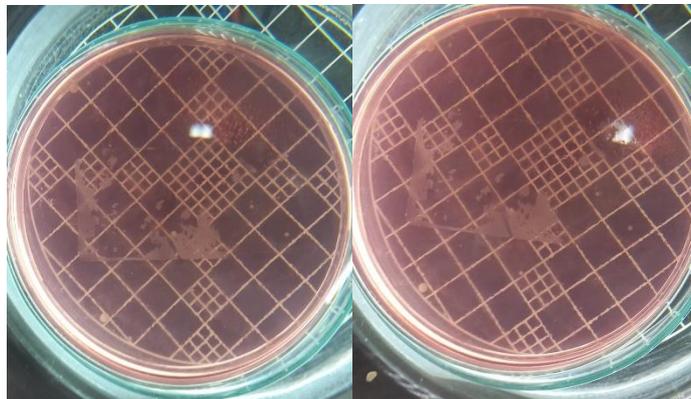


(fonte: autoral)

Figura 7: Visualização, na lupa, dos meios de cultura MacConkey das amostras dos bebedouros higienizados do térreo e 1° andar. L) meio de cultura com amostra do térreo; M) meio de cultura com amostra do 1° andar.

L)

M)

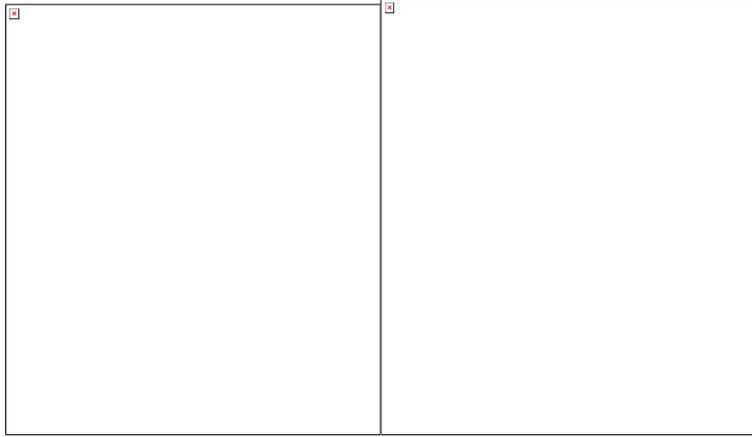


(fonte: autoral)

Figura 8: Visualização, na lupa, dos meios de cultura TSA das amostras dos bebedouros higienizados do térreo e 1° andar. N) meio de cultura com amostra do térreo; O) meio de cultura com amostra do 1° andar.

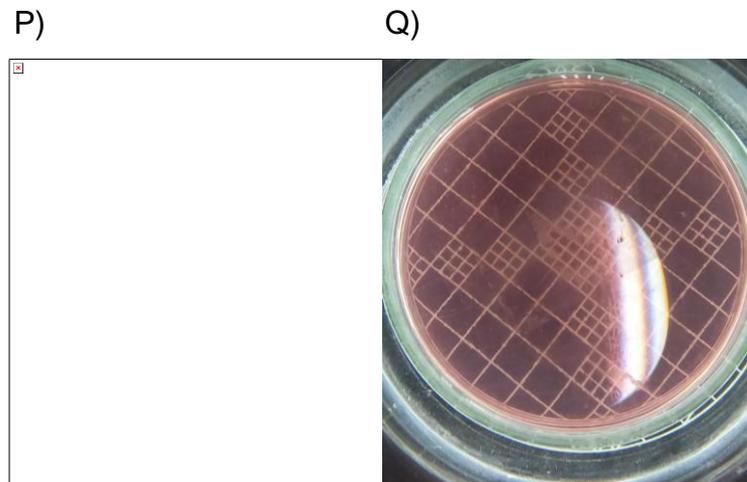
N)

O)



(fonte: autoral)

Figura 9: Visualização, na lupa, dos meios de cultura MacConkey das amostras dos bebedouros higienizados do térreo e 1º andar. P) meio de cultura com amostra do térreo; Q) meio de cultura com amostra do 1º andar.



(fonte: autoral)

Com base nos resultados obtidos através das análises microbiológicas realizadas, foi possível observar um crescimento abundante principalmente de fungos no meio de cultura TSA, esse meio não é tão seletivo, podendo oferecer um crescimento de várias espécies de microrganismos. Comparando com os possíveis fungos já registrados, observamos que o mais semelhante e que cresce em condições parecidas com o obtido no cultivo é o gênero Fusarium. Ele está presente em muitos ambientes e suas espécies que podem ser encontradas na água são Fusarium Solani e Fusarium Oxysporum, ele possui micélios brancos e pode desenvolver algumas colorações ao longo do tempo (ALSHANNAQ e YU, 2017).

Além dos fungos, observamos no meio TSA a presença de pequenas colônias de coloração amarela, típicas da bactéria Staphylococcus aureus, que pode causar infecções cutâneas e outras doenças, como pneumonia, além de apresentar sintomas como náuseas, vômitos, dores abdominais, entre outros (LEMONS, 2024).

Já no meio de cultura MacConkey, observou-se um crescimento mais contido de bactérias, isso se deve ao fato desse meio ser mais seletivo e para crescimento de bactérias gram-negativas. Entretanto, na figura I, houve um crescimento muito maior de bactérias, com colônias de coloração vermelha, indicando habilidade em fermentar lactose. Com base nessas características e nos microrganismos indicados para teste no meio MacConkey encontramos a bactéria Escherichia coli e a presença de

coliformes totais. A bactéria *E. coli* é facilmente contraída pela ingestão de água contaminada; no entanto, ela também pode ser transmitida por má higienização.

Diante dessas observações, podemos supor a presença desses microrganismos, prejudiciais à saúde humana. Um dos principais apontamentos feitos neste trabalho foi referente à contaminação interna da água, no entanto, como dito, especialmente a bactéria *E. coli* pode resultar de uma higiene inadequada, uma contaminação que viria de forma externa.

Como os bebedouros da ETEC Cidade Tiradentes estão localizados em frente aos banheiros, a potencial presença dessa bactéria pode refletir uma contaminação externa e insuficiência na higiene dos bebedouros.

5. CONCLUSÃO

Com base em todas as análises realizadas, concluímos que a água disponibilizada aos alunos apresenta irregularidades, principalmente em sua dureza. Infelizmente, o crescimento potencial de micro-organismos ainda não é visto como um problema grave pelos órgãos responsáveis e que regulamentam a qualidade da água potável, mas devem ser tomadas medidas para a preservação da saúde dos estudantes que consomem dessa fonte. Medidas profiláticas devem ser aplicadas, principalmente, em relação à higienização, e uma conscientização sanitária deve ser inserida no ambiente escolar, como, por exemplo, limpeza das caixas d'água e bebedouros, a localização dos bebedouros, higiene correta das mãos após utilizar os banheiros, inspeções sanitárias, entre outras formas de melhoria. Com essas medidas, podemos melhorar a qualidade e o consumo da água que é distribuída nos bebedouros da ETEC de Cidade Tiradentes.

REFERÊNCIAS

- ALSHANNAQ, Almad., e YU, Jae-Hyuk. Ocorrência, Toxicidade e Análise das Principais Micotoxinas em Alimentos. (13/06/2017). Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5486318/>. Acesso: 01/11/2024
- BRITO, Ary. O que precisa saber sobre medição do pH. Nivetec, 2023. Disponível em: <https://www.nivetec.com.br/medicao-do-ph-na-eta/>. Acesso em: 24/10/2024.
- CENTRO de medicina. Os sintomas e tratamentos das doenças transmitidas pela água. (05/12/2022). Disponível em: <https://www.centrodemed.com.br/blog/?p=1027>. Acesso em: 26/10/2024
- FRANCO, Marcelo. Corrosão em Tubulações de Água Potável. São Caetano do Sul - SP: MICROAMBIENTAL (29/08/2024). Disponível em: <https://microambiental.com.br/analises-de-agua/corrosao-em-tubulacoes-de-agua-potavel/#:~:text=A%20corros%C3%A3o%20em%20tubula%C3%A7%C3%B5es%20de%20%C3%A1gua%20pot%C3%A1vel%20pode%20ter%20v%C3%A1rias,acelerar%20o%20processo%20de%20corros%C3%A3o..> Acesso em: 24/10/2024.
- IMPORTÂNCIA do pH da água no controle de qualidade. SPR qualidade, 2023. Disponível em: <https://sprqualidade.com.br/importancia-do-ph-da-agua-no-controle-de-qualidade/#:~:text=Se%20o%20pH%20da%20%C3%A1gua%20n%C3%A3o%20se%20encontrar,para%20garantir%20sua%20qualidade%20e%20prevenir%20impactos%20negativos.> Acesso em: 24/10/2024.
- Kasvi, Instruções de uso, Ágar MacConkey, 2019. Disponível em: IU_K25-1052-Agar-MacConkey.pdf. Acesso em: 28/10/2024.
- LEMOS, Marcela. Staphylococcus (estafilococos): o que são, espécies e sintomas. (03/2024). Disponível em: <https://www.tuasaude.com/staphylococcus/#:~:text=Os%20estafilococos%20s%C3%A3o%20bact%C3%A9rias%20gram,Staphylococcus%20epidermidis%20e%20Staphylococcus%20saprophyticus.> Acesso em: 01/11/2024
- Maestrovirtuale. Ágar de soja tripticaseína: justificativa, preparação e usos. Disponível em: <https://maestrovirtuale.com/agar-de-soja-tripticaseina-justificativa-preparacao-e-usos/>. Acesso em: 28/10/2024.

Ministério da Saúde. PORTARIA GM/MS nº 888 de 4 de maio de 2021. (07/05/2021). Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 06/09/2024.

Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. (2011). Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html. Acesso em: 24/10/2024.

Ministério da Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. Brasília - DF, 2006. Disponível em: [file:///C:/Users/Familia/Downloads/vigilancia_controle_qualidade_agua%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Familia/Downloads/vigilancia_controle_qualidade_agua%20(1).pdf). Acesso em: 24/10/2024.

OMS (Organização Mundial da Saúde). Água e Saúde. (30/05/2021). Disponível em: <https://www2.mppa.mp.br/sistemas/gcsubsites/upload/41/Agua%20e%20Saude%20-%20Organizacao%20Pan-Americana%20da%20Saude.pdf>. Acesso em: 01/09/2024.

PADRÕES de potabilidade da água, Microambiental, 2020. Disponível em: <https://microambiental.com.br/analises-de-agua/entenda-a-pcr-no5-que-estabelece-os-padroes-da-agua-potavel/>. Acesso em: 24/10/2024.

PORTARIA GM/MS nº 888, Microambiental, 2021. Disponível em: <https://microambiental.com.br/analises-de-agua/conheca-a-nova-portaria-gm-ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-e-entenda-as-principais-mudancas-ocorridas/>. Acesso em: 24/10/2024.

RESEARCHGATE. Fórmula estrutural do íon do ácido etilenodiaminotetracético (s.d.). Disponível em: <https://images.app.goo.gl/bmARczM26mANpKmY7>. Acesso em: 20/11/2024

SILVA, Debora.; MACIEL, Marilene.; MARTA, Barbara.; BROHARO, Teresa.; MICHELIN, Aparecida. Qualidade da água em escolas públicas municipais: análise microbiológica e teor de nitrato em Araçatuba, estado de São Paulo – Brasil. (29/03/2018). Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/374249301_Qualidade_da_agua_em_escolas_publicas_municipais_analise_microbiologica_e_teor_de_nitrato_em_Aracatuba_estado_de_Sao_Paulo_-_Brasil. Acesso em: 24/10/2024.

SORICE, Gabriela. UFMG, Água potável e Saneamento – Espaço do conhecimento UFMG. Minas Gerais, s.d. Disponível em: <https://www.ufmg.br/espacodoconhecimento/agua-potavel-e-saneamento/#:~:text=O%20acesso%20%C3%A0%20%C3%A1gua%20e,%C3%A0>

%20sa%C3%BAde%20humana%20e%20ambiental.&text=A%20ONU%20estima%20que%2C%20atualmente,acesso%20seguro%20%C3%A0%20%C3%A1gua%20pot%C3%A1vel.Quando. Acesso em: 01/09/2024.

WWF Brasil (Wildlife Fund Brasil). Brasil perde 15% de superfície de água desde os anos 1990. (23/08/2021). Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?79608/brasil-perde-15-porcento-de-superficie-de-agua-desde-o-comeco-dos-anos1990#:~:text=O%20Brasil%20possui%2012%25%20das,ocupam%2060%25%20do%20territ%C3%B3rio%20brasileiro>. Acesso em: 01/09/2024.