

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUSA**

Etec JÚLIO DE MESQUITA

Ensino Médio Integrado ao Técnico em Química

Andrey Yuri de Freitas Candido

Beatriz Rodrigues

Heloisa Melo Bispo

Stephanie Pereira Lima

**ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DE UM MINADOURO DE SÃO
PAULO/SP UTILIZADA PARA CONSUMO HUMANO**

Santo André

2022

Andrey Yuri de Freitas Candido

Beatriz Rodrigues

Heloisa Melo Bispo

Stephanie Pereira Lima

**ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DE UM MINADOURO DE SÃO
PAULO/SP UTILIZADA PARA CONSUMO HUMANO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso Técnico em Química da Etec Júlio de
Mesquita, orientado pela Prof.^a Dra. Maria do
Socorro Sousa da Silva, como requisito parcial
para obtenção do título de técnico em Química.

Santo André

2022

RESUMO

A água é um recurso natural importante que mantém a existência dos seres vivos no planeta. Sendo a água contaminada associada à falta de saneamento básico e a causa de doenças em um número significativo de pessoas segundo dados do IBGE, tornando seu tratamento necessário para proteger a saúde pública. Porém, águas derivadas de minadouros não necessitam desse tratamento se suas características estiverem dentro de parâmetros estabelecidos. Nesse trabalho foram verificados parâmetros físico-químicos e microbiológicos de uma água utilizada para consumo e comparados com os de normas do Ministério da Saúde. Com base nisso foram determinadas as grandezas que deveriam ser analisadas, sendo elas: pH, condutividade, turbidez, alcalinidade, dureza e os aspectos microbiológicos. Utilizou-se os métodos oficiais da CETESB para realizar as medições por meio de aparelhos, sendo eles: condutivímetro, pHmetro e turbidímetro, já para a determinação da alcalinidade e dureza utilizou-se métodos titulométricos de neutralização e complexometria e para a análise microbiológica foi utilizado o método de Pour Plate. De acordo com as medições, o pH de algumas amostras estão abaixo do recomendado, a condutividade não se distinguiu, mantendo sempre um valor próximo e em todas as amostras a turbidez obteve o valor recomendado de 5,0 NTU, na alcalinidade os valores tiveram uma leve oscilação nos primeiros 3 meses, e descaíram em outubro, enquanto as durezas das amostras não ultrapassaram a quantidade máxima estabelecida e a contagem de colônias para a análise microbiológica não excedeu ao limite, mostrando que todas as amostras estão dentro das normas do Ministério da Saúde. Com o término das análises e realizadas as devidas interpretações e comparações dos dados com as normas de potabilidade, entende-se que a água do minadouro não pode ser considerada potável antes de uma correção de pH além de mais análises considerando outros parâmetros.

Palavras-chaves: Água; Minadouro; Pour Plate; Qualidade; Titulométrico.

ABSTRACT

Water is an important natural resource that maintains the existence of living beings on the planet. Contaminated water is associated with the lack of basic sanitation and makes a significant number of people sick, according to data from the IBGE (Brazilian Institute of Geography and Statistics). However, water derived from mines does not need this treatment if its characteristics are within established parameters. In this work, physicochemical and microbiological parameters of a water used for consumption were checked and compared to the norms of “Ministério da Saúde”. Based on this, the quantities that should be analyzed were determined, namely: pH, conductivity, turbidity, alkalinity, hardness and microbiological aspects. The official CETESB methods were used to perform the measurements by means of devices, namely: conductivity meter, pH meter and turbidity meter, as for the determination of alkalinity and hardness we used neutralization titulometric and complexometry methods and for the microbiological analysis the Pour Plate method was used. According to the measurements, the pH of some samples are below recommended, the conductivity did not differ, always maintaining a close value and in all samples the turbidity obtained the recommended value of 5.0 NTU, in the alkalinity values had a slight oscillation in the first 3 months, and dropped in October, while the hardness of the samples did not exceed the maximum amount established and the colony count for microbiological analysis did not exceed the limit, showing that all samples are within the standards of the Ministry of Health. With the completion of the analyses and performed the due interpretations and comparisons of the data with the potability norms, it is understood that the water from the miner cannot be considered potable before a pH correction in addition to further analyses considering other parameters.

Keywords: Water; Miner; Pour Plate; Quality; Titulometric.

Sumário

1. OBJETIVOS	5
1.1. Objetivo Geral	5
1.2. Objetivos Específicos	5
2. INTRODUÇÃO	6
2.1. pH.....	7
2.2. Condutividade	7
2.3. Turbidez	7
2.4. Alcalinidade	8
2.5. Dureza	9
2.6. Aspectos microbiológicos.....	10
3. DESENVOLVIMENTO	12
3.1. Coleta da Amostra	12
3.2. pH, Condutividade e Turbidez.....	14
3.3. Preparo solução tampão pH 10.....	14
3.4. Preparo do indicador negro de eriocromo T	14
3.5. Preparo e padronização do EDTA dissódico 0,01 mol/L	14
3.6. Determinação da dureza	16
3.7. Preparo e padronização do H ₂ SO ₄ 0,01 mol/L.....	17
3.8. Determinação alcalinidade	18
3.9. Preparação do ágar nutriente 28 g/L.....	19
3.10. Diluição das amostras de água.....	20
3.11. Análise microbiológica	21
4. RESULTADO E DISCUSSÕES	22
4.1. pH, Condutividade e Turbidez.....	22
4.2. Dureza	23
4.3. Alcalinidade.....	24
4.4. Análise Microbiológica	26
5. CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS	30

1. OBJETIVOS

1.1. Objetivo Geral

Verificar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos de uma água utilizada para consumo e comparar com as normas do Ministério da Saúde.

1.2. Objetivos Específicos

Analisar as principais características da água em função da época do ano para verificar possíveis influências.

Com a finalidade de ter uma referência, optou por comparar os resultados obtidos com a Água Mineral Minalba (Minalba Alimentos e Bebidas LTDA., São Paulo, SP, Brasil).

2. INTRODUÇÃO

A água é um importante recurso natural para a conservação da biodiversidade e regulação do clima, além de manter a existência dos seres vivos no planeta. Entretanto somente uma pequena parcela é considerada doce, e apenas um terço dessa água doce não está concentrada em geleiras, sendo menor a porcentagem disponível ao alcance do ser humano. (CETESB, 2012)

Água bruta é o termo usado para identificar todo tipo de água da forma que é encontrada na natureza, e que não sofra qualquer interferência humana ou tratamento. Muitas regiões no Brasil são abastecidas com águas brutas como a de poços artesianos. Embora seja uma água natural e que aparenta ser limpa, isso não quer dizer que não precisa ser tratada. Para uma água ser própria para consumo, ou seja, potável, é necessário que esteja livre de bactérias e compostos químicos que fazem mal à saúde. Por isso, nem toda água bruta é potável, pois antes deve passar por uma análise e se necessário um tratamento. (VEXER, 2021)

Segundo dados do IBGE (2021) a água contaminada, geralmente associada à falta de saneamento básico, adocece um número significativo de pessoas durante o ano. E o custo gerado para o tratamento dessas doenças transmitidas por águas contaminadas no Brasil chegou a 108 milhões de reais no ano de 2019 de acordo com Instituto Trata Brasil, que conta com dados do DataSUS, (TRATA BRASIL, 2021). E por isso o principal objetivo do tratamento de água é proteger a saúde pública.

Foi publicada pelo Ministério da Saúde em 07 de maio de 2021 a Portaria Nº 888, na qual estabelece padrões de potabilidade de água para consumo humano. Esta legislação substituiu os padrões de Potabilidade definidos no anexo XX da Portaria de Consolidação Nº 05 de 2017, com algumas alterações. Na Portaria Nº 888 contém aproximadamente 130 parâmetros, divididos em tabelas de padrão de potabilidade, separados por substâncias orgânicas, inorgânicas, agrotóxicos e metabólitos, subprodutos de desinfecção, compostos organolépticos e padrão bacteriológico. E para água a ser analisada ser considerada potável, seus resultados após as análises realizadas devem estar com valores inferiores aos valores máximos permitidos (VMP) dos parâmetros estabelecidos nesta legislação. (BRASIL, 2021)

2.1. pH

Dentre os principais parâmetros químicos temos o pH (potencial hidrogeniônico), que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução aquosa referente a concentração de íons de hidrônio (H_3O^+) presente no meio, podendo-se definir como uma escala logarítmica onde pH é igual a menos log dessa concentração. Nessa escala de pH podemos classificar que 0 a 6 é ácido, 7 neutro e de 8 a 14 básico/alcalino. (ALMEIDA, 2013)

$$pH = -\log[H^+]$$

De acordo com a Portaria GM/MS nº 888 /2021 (BRASIL, 2021), o pH da água deve ser de 6 a 9,5 para evitar a ocorrência de problemas nos serviços de abastecimento, como corrosão na canalização e alteração na qualidade da água quanto a sabor e cor. (FUNASA, 2004)

2.2. Condutividade

A condutividade é definida pela facilidade ou capacidade de passagem da corrente elétrica na água, sendo proporcional à concentração em um sistema aquoso de íons dissociados, como cloretos, sulfatos, potássio, sódio, cálcio e magnésio. Esse parâmetro não indica quais são os íons presentes na água, mas é um indicador importante de possíveis fontes poluidoras. (ZUIN et al., 2009)

Ainda não existe legislação sobre a condutividade na água para consumo humano, mas pode-se notar que quanto maior a condutividade, maior a quantidade de sais minerais na água.

2.3. Turbidez

A turbidez é a dificuldade de um feixe luz atravessar uma certa quantidade de água, conferindo uma aparência turva à mesma. Essa medição é feita por meio de um turbidímetro ou nefelômetro, que compara o espalhamento de um feixe de luz, com o

de um padrão considerado branco. Sendo quanto maior o espalhamento, maior a turbidez. (COUTO, 2004)

As principais causas da turbidez na água são a presença de matérias sólidas em suspensão (silte, argila, sílica, coloides), matéria orgânica e inorgânica finamente divididas, organismos microscópicos e algas. Esses materiais podem ser provenientes do solo, a mineração, as indústrias; ou o esgoto doméstico, lançado no manancial sem tratamento. (COUTO, 2004)

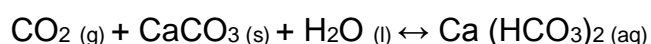
A turbidez é um parâmetro de aspecto estético, onde seu valor máximo permitido na água considerada potável é de 5,0 NTU, conforme estabelecido na portaria do Ministério da Saúde nº 888, de 4 de maio de 2021. (BRASIL, 2021)

2.4. Alcalinidade

Não há especificações na legislação brasileira estabelecendo os limites de alcalinidade em água, pois não se enquadra nos testes necessários para contaminantes e/ou parâmetros. Entretanto, a alcalinidade pode influenciar como a água precisa ser tratada durante o processo de tratamento. Precisando ser medido na fonte original da água e na água de distribuição. (HANNA, 2020)

A alcalinidade é definida pela capacidade das águas neutralizarem compostos ácidos, característica que ocorre devido a presença de bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2-}) e hidróxidos (OH^-), de metais alcalinos ou alcalinos terrosos (sódio, potássio, cálcio, magnésio e outros) e, ocasionalmente, boratos (BO_3^{3-}), silicatos (SiO_4^{4-}) e fosfatos (PO_4^{3-}). É expressa em miligramas por litro de carbonato de cálcio (CaCO_3). (VIEIRA et al., 2022)

Os bicarbonatos e em pequena parte os carbonatos, que são substâncias menos solúveis, dissolvem-se na água devido a passagem pelo solo com quantidades elevadas de calcáreo. Esse alto índice, faz com que o gás carbônico da água o solubilize gerando bicarbonato, conforme a reação: (PIVELI, 2005)



Os carbonatos e hidróxidos são de sua maioria, decorrentes de águas onde ocorrem florações de algas (eutrofizadas), tendo em vista que em períodos de intensa insolação, a fotossíntese é grande em relação à respiração e a retirada de gás carbônico acarretando a elevação do pH. Com relação aos hidróxidos, sua principal fonte vem de descartes industriais, onde pode ser encontrado bases fortes como soda cáustica e cal hidratada. (PIVELI, 2005)

Em águas tratadas, pode-se registrar a presença de alcalinidade de hidróxidos em águas abrandadas pela cal. De modo geral águas que percorrem rochas calcárias geralmente possuem alcalinidade elevada. Granitos e gnaisses, rochas comuns em muitos estados brasileiros, possuem poucos minerais que contribuem para a alcalinidade das águas subterrâneas. (NETO, 2013)

A realização experimental da alcalinidade nas amostras foi feita por meio do método titulométrico, que consiste na utilização do ácido sulfúrico (H_2SO_4) 0,01 mol/L como titulante e a amostra como titulado. Para usar o H_2SO_4 no método de forma correta, deve-se padronizá-lo primeiro. Para isso, é preparado uma solução de carbonato de sódio (Na_2CO_3) 0,01 mol/L com o intuito de ser usado como titulante e o ácido sulfúrico como titulado.

2.5. Dureza

Dentre os parâmetros de verificação da potabilidade da água para consumo humano, a dureza é um fator relevante para aprovar seu consumo e distribuição para a população.

Em termos teóricos, a dureza da água é caracterizada pela presença de sais alcalino terrosos, carbonatos, bicarbonatos, sulfetos ou cloretos dissolvidos na água, tendo predominância, os cátions de Cálcio (Ca^{+2}) e os cátions de Magnésio (Mg^{+2}). Na água, existem a dureza temporária e a dureza permanente. Sendo a temporária gerada pela presença de carbonatos e bicarbonatos e a permanente devido a cloretos, nitratos e sulfatos. Com a somatória dessas durezas, é efetuada a medida da dureza total da água. Cujas unidade de medida é expressa por mg/L de CaCO_3 . (PORTUGAL, 2012)

A dureza é um parâmetro significativo a ser verificado, pois, em sua elevada quantidade pode desencadear diversos problemas na saúde humana e nas indústrias.

Em termos industriais, ocorre frequentemente a corrosão acelerada de componentes elétricos e o entupimento de canos, o qual é causado pela precipitação dos sais de cálcio e magnésio ocasionando uma incrustação no cano. Já relacionado a problemas para saúde humana, a água dura pode aumentar o ressecamento da pele e cabelos e em alguns estudos mais fundados no assunto, foi constatado indícios de que o consumo de água dura possa aumentar os casos de cálculo renal. (VIHENA, 2017)

A dureza da água se modifica dependendo da região em que ela é coletada, visto que cada solo se difere um do outro. Uma água dura está relacionada a zonas onde os solos são de natureza calcária ou dolomítica, e a água macia, a zonas onde os solos são de natureza granítica ou basáltica. (APDA, 2012)

A Portaria GM/MS nº 888/2021, de 4 de maio de 2021, que estabelece o regime da qualidade da água destinada ao consumo humano, tendo por objetivo proteger a saúde humana dos efeitos nocivos resultantes da eventual contaminação, recomenda o valor máximo permitido de dureza total seja 300 mg/L CaCO₃. (BRASIL, 2021)

Para realizar experimentalmente a determinação da dureza na água, o método titulométrico é o mais utilizado. No qual se baseia na utilização do EDTA como titulante e a amostra como titulado. (CUNHA, 2018)

O EDTA combina-se com íons metálicos na proporção de 1:1 não importando a carga do cátion, formando quelatos suficientemente estáveis para serem aplicados em titulações, sendo indicado para análise da dureza. Ao efetuar as titulações, usa-se o indicador Negro de eriocromio T, sendo ele um indicador metalocrômico mais utilizado para esse tipo de análise, já que é comumente empregado em titulações de magnésio, cálcio, estrôncio, bário, cádmio, chumbo, manganês e zinco. Em sua reação, ele se liga aos cátions metálicos bivalentes saindo de um tom roxo e adquirindo uma coloração azul indicando o final da titulação. (CUNHA, 2018)

2.6. Aspectos microbiológicos

Sendo uma das análises mais importantes por identificar microrganismos patogênicos responsáveis pela proliferação de doenças, tal pode ser feita por vários métodos como o de contagem de microrganismos por plaqueamento em profundidade, conhecido também como Pour Plate.

Segundo a Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, art. 11, parágrafo 7 do Ministério da Saúde, é recomendado que, em 20% das amostras analisadas por mês não ocorra o excedência de 500 UFC/mL. (BRASIL, 2004)

3. DESENVOLVIMENTO

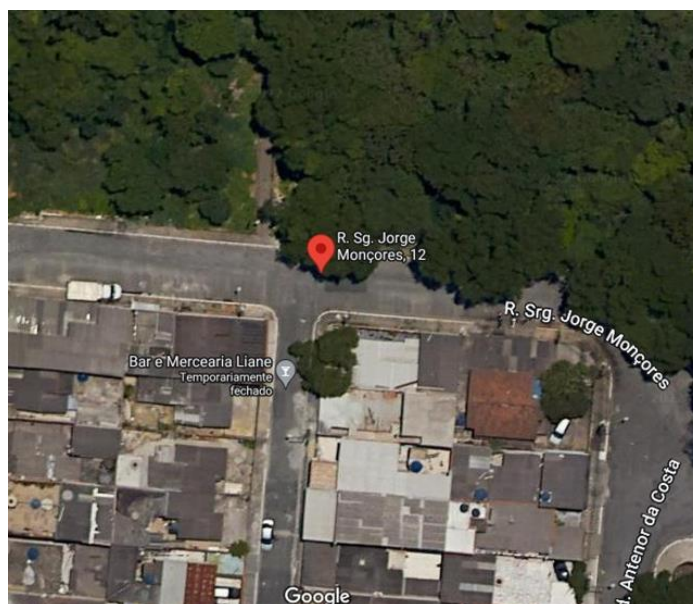
3.1. Coleta da Amostra

A água de um minadouro localizado na Rua Sargento Jorge Monçores, Conjunto Habitacional Marechal Mascarenhas de Moraes, São Paulo-SP (Figura 1), como mostra a Figura 2, é comumente utilizada para consumo de moradores da região. Em virtude disso, foi recolhida amostras desta água em diferentes meses do ano (julho, agosto, setembro e outubro), e avaliados os principais parâmetros físico-químicos e microbiológicos, a fim de constatar a potabilidade dessa água de acordo com a Portaria Nº 888/2021 do Ministério da Saúde.

Figura 1 - Minadouro analisado



Fonte: Autores, 2022.

Figura 2 - Localização Minadouro

Fonte: Google Maps, 2022.

Todas as águas coletadas no minadouro foram condicionadas em frascos feitos com vidro âmbar, como mostra a Figura 3, previamente limpos, ao passo de que também foram armazenadas na geladeira para que suas características fossem preservadas.

Figura 3 - Frasco de vidro âmbar

Fonte: Autores, 2022.

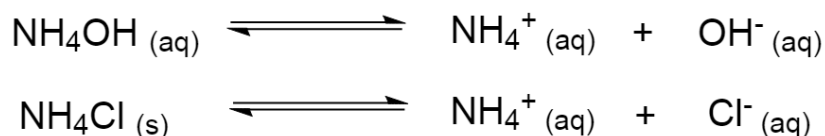
3.2. pH, Condutividade e Turbidez

Com a finalidade de determinar o pH, condutividade e turbidez das amostras, foi utilizado os métodos oficiais da CETESB, realizando as medições por meio de aparelhos, sendo eles respectivamente: pHmetro da marca MS Tecnopon Instrumentação, condutivímetro da marca Tecnal e turbidímetro da marca Del Lab. Antes de usar cada um deles foi realizado suas respectivas calibrações.

3.3. Preparo solução tampão pH 10

Com auxílio de uma pipeta graduada transferiu-se 3,4 mL de NH_4OH PA para um balão volumétrico de 100 mL, em seguida foi pesado 0,5086 g de NH_4Cl na balança analítica Shimadzu e adicionado o sal amoníaco no mesmo balão volumétrico, preenchendo-o com água DI até a marca do menisco. Ocasionalmente a reação demonstrada na Figura 4.

Figura 4 - Reação de dissociação do NH_4OH e ionização do NH_4Cl



Fonte: Autores, 2022.

3.4. Preparo do indicador negro de eriocromo T

Na balança analítica Shimadzu pesou-se 50,0057g de NaCl e 0,2504 g de negro de eriocromo T e misturamos as duas substâncias com uma espátula até a homogeneização completa.

3.5. Preparo e padronização do EDTA dissódico 0,01 mol/L

Para obter uma solução de 0,01 mol/L de EDTA dissódico pesou-se 0,3724 g do composto orgânico na balança analítica Shimadzu para então dissolvê-lo em um balão

volumétrico de 100 mL, mostrado na Figura 5. A padronização desse composto é feito usando uma solução de CaCO_3 0,01 mol/L. Para o preparo da solução, o sal foi mantido em estufa à 120° por duas horas e depois transferido para o dessecador até resfriamento e posterior pesagem de 0,1000 g do sal na balança analítica Shimadzu e, dentro da capela, pingou-se algumas gotas de HCl PA para facilitar a solubilização do sal em água, com uma proveta adicionou-se 50 mL de água e levou a solução para o bico de Bunsen para ferver e eliminar o CO_2 , após esfriar adicionou-se algumas gotas de vermelho de metila para auxiliar na visualização do pH da solução. O ajuste do pH foi realizado com adição de NH_4OH e HCl até a obtenção da coloração laranja, mostrado na Figura 5, feito isso transferiu-se a solução para um balão volumétrico de 100 mL e completou-se o volume até a marca do menisco.

Figura 5 - Solução de CaCO_3 0,01 mol/L (laranja) e solução de EDTA 0,01 mol/L



Fonte: Autores, 2022.

No que se refere a padronização do EDTA dissódico 0,01 mol/L, com a reação representada na Figura 6, transferiu-se 5 mL de CaCO_3 com uma pipeta graduada para um erlenmeyer adicionou-se 2 mL de solução tampão pH 10 com uma pipeta de Pasteur e com uma espátula adicionou-se o indicador negro de eriocromo T. Por fim titulou-se com EDTA até o ponto de viragem marcado pelo surgimento da cor azul demonstrado na Figura 7.

Figura 6 - Reação da padronização do EDTA dissódico 0,01 mol/L

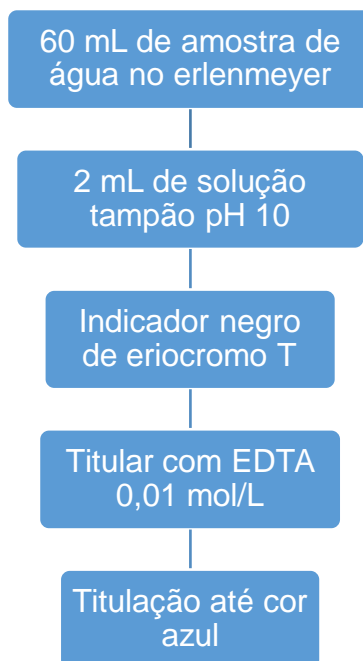
Fonte: Autores, 2022.

Figura 7 – Viragem da padronização do EDTA 0,01 mol/L (roxo para azul)

Fonte: Autores, 2022.

3.6. Determinação da dureza

Após a padronização da solução de EDTA foi realizado a titulação por complexometria para determinar a dureza das amostras de água mensais do minadouro, da água mineral comercial e DI, seguindo o fluxograma demonstrado na Figura 8. As amostras de água mensais do minadouro apresentaram uma dureza quantitativamente pequena em relação a água mineral comercial, decorrente disso utilizou-se a solução de EDTA com fator de correção de 1,0767 diluída em 10 x, ou seja 0,001 mol/L, para facilitar a titulação obtendo resultados mais precisos. Enquanto isso para a determinação da dureza da água mineral comercial utilizou-se da solução de EDTA 0,01 mol/L.

Figura 8 - Fluxograma determinação da dureza

Fonte: Autores, 2022.

Para calcular a dureza das amostras de água do minadouro e da garrafa comercial, utilizou-se a fórmula expressa abaixo:

$$\text{Dureza}_{(\text{mg/L CaCO}_3)} = \frac{C_{(\text{EDTA})} \times V_{(\text{EDTA})}}{V_{(\text{Amostral})}} \times \text{MM}_{\text{CaCO}_3} \times 1000$$

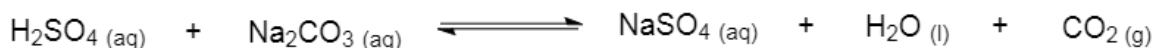
3.7. Preparo e padronização do H₂SO₄ 0,01 mol/L

Transferiu-se, com pipeta, 2,8 mL de H₂SO₄ para um balão volumétrico de 1L contendo 500 mL de água DI, completou-se o volume até a marca do menisco, a partir desta solução transferiu 200 mL dela para um balão volumétrico de 1L e avolumou, resultando em uma solução de 0,01 mol/L de H₂SO₄.

Para preparar uma solução de Na₂CO₃, o sal foi mantido em estufa à 120° por duas horas e depois transferido para o dessecador até resfriamento e posterior pesagem de 0,109 g na balança, em seguida foi diluído em um balão de 100 mL. A padronização da solução de ácido sulfúrico se dá pela reação expressa na Figura 9, através de uma titulação, na qual o carbonato de sódio é o titulado e o H₂SO₄ é o titulante, adiciona-

se 5 mL de carbonato de sódio, com uma pipeta graduada, e 3 gotas de verde bromocrescol no erlenmeyer e titula-se até a viragem do azul para o amarelo, como mostra a Figura 10.

Figura 9 - Reação da padronização do H₂SO₄ 0,01 mol/L



Fonte: Autores, 2022.

Figura 10 - Viragem da padronização do H₂SO₄ 0,01 mol/L (azul para amarela)



Fonte: Autores, 2022.

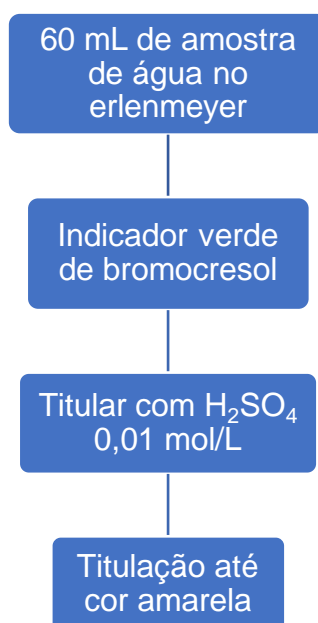
3.8. Determinação alcalinidade

Para a determinação da alcalinidade, utilizou-se do método de titulação de neutralização para as amostras mensais do minadouro, água mineral comercial e DI, seguindo o fluxograma exposto na Figura 11. As amostras de água mensais do minadouro também apresentaram uma alcalinidade quantitativamente pequena em relação a água mineral comercial, conseqüentemente utilizou-se a solução de H₂SO₄ com fator de correção de 1,1033 diluída em 10 x, ou seja 0,001 mol/L, para facilitar a

titulação adquirindo resultados mais precisos. Enquanto para a determinação da alcalinidade da água mineral comercial utilizou-se da solução de H_2SO_4 0,01 mol/L.

Usou-se o indicador de fenolftaleína para identificar a alcalinidade parcial, porém nenhuma amostra de água apresentou reação com o indicador,

Figura 11 - Fluxograma determinação da alcalinidade



Fonte: Autores, 2022.

Para calcular a alcalinidade das amostras de água do minadouro e da garrafa comercial, utilizou-se a fórmula expressa abaixo:

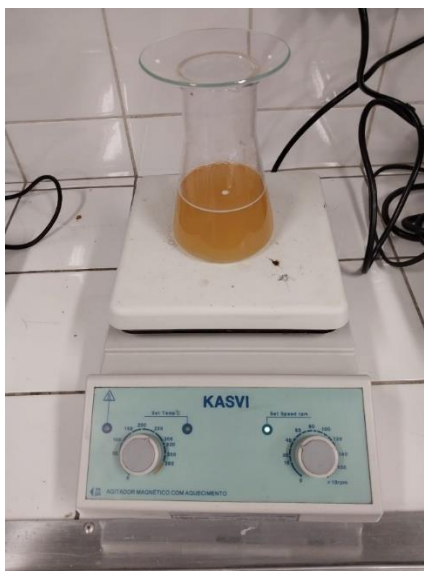
$$\text{Alcalinidade}_{(\text{mg/L CaCO}_3)} = \frac{C_{(\text{H}_2\text{SO}_4)} \times V_{(\text{H}_2\text{SO}_4)}}{V_{(\text{Amostral})}} \times \text{MM}_{\text{CaCO}_3} \times 1000$$

3.9. Preparação do ágar nutriente 28 g/L

Na balança pesou-se 1,96 g de ágar nutriente e diluiu-se em 70 mL de água, para então levar a solução para o agitador, demonstrada na Figura 12. A solução de ágar nutriente ficou no agitador até a chegada do ponto de fervura que é sinalizada pelo

borbulhamento da solução. Posterior a isso esperou-se o resfriamento da solução até a temperatura de 40°C para então se utilizar no procedimento da análise microbiológica das amostras de água. Essa solução de ágar descrita anteriormente foi utilizada em 3 placas de petri contendo a amostra de setembro em diferentes diluições, já as placas de petri contendo o restante das amostras foi preenchida com outra solução de ágar nutriente, feita após a pesagem de 4 g do ágar e diluída em 140 mL de água.

Figura 12 - Solução de ágar no agitador



Fonte: Autores, 2022.

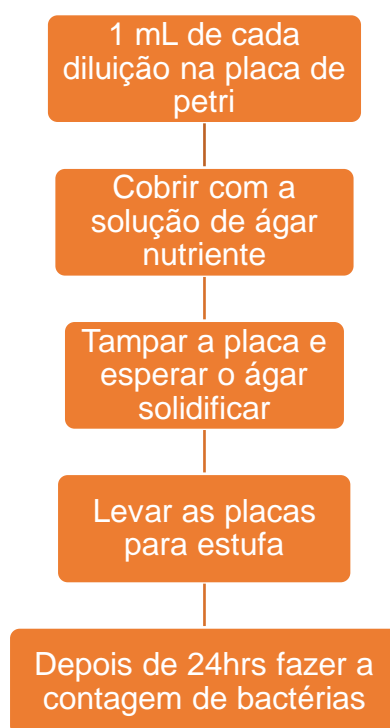
3.10. Diluição das amostras de água

No capela fluxo laminar da marca BSTECC, transferiu-se 1 mL, com uma seringa estéril, de amostra de água de setembro, outubro e da marca Minalba, ejetou-se cada água em seus tubos Falcon estéreis e completou o volume até a marca de 10 mL com água destilada, resultando em uma diluição 1:10. Para fazer a diluição de 1:100, utilizou-se de novas seringas estéreis para coletar 1 mL da diluição 1:10 de cada amostra e ejetar em outros tubos Falcon, ao final completou-se o volume até a marca de 10 mL. O mesmo foi feito com a diluição de 1:1000, a diferença é que se utilizou de 1 mL da diluição de 1:100.

3.11. Análise microbiológica

Após o preparo do ágar e das diluições das amostras de setembro, outubro e da água mineral comercial Minalba, pelo método do Pour Plate seguiu-se o fluxograma mostrado na Figura 13.

Figura 13 – Fluxograma análise microbiológica



Fonte: Autores, 2022.

Após a contagem, escolheu-se as placas de diluição com mais números de colônias e aplicou-as na seguinte fórmula:

$$\text{UFCs/mL} = \text{n}^\circ \text{ de colônias na placa} \times \text{fator de diluição}$$

4. RESULTADO E DISCUSSÕES

4.1. pH, Condutividade e Turbidez

Os resultados obtidos em relação às análises de pH, condutividade e turbidez são os que constam na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados das análises de pH, condutividade e turbidez das amostras de águas.

Água	pH	Condutividade (uS/cm)	Turbidez (NTU)
Julho	5,14	222,00	5,00
Agosto	4,97	228,50	5,00
Setembro	5,04	218,80	5,00
Outubro	6,28	255,60	5,00
Minalba	7,61	122,80	5,00
Deionizada (DI)	9,78	1,70	5,00

Fonte: Autores, 2022.

De acordo com as normas do Ministério da Saúde, o pH das amostras do minadouro, exceto outubro, estão abaixo do recomendado tendo um pH levemente mais ácido.

A condutividade verificada ao longo do ano, não se distinguiu mantendo sempre um valor próximo, tendo somente uma variação maior no mês de outubro.

Em todas as amostras a turbidez obteve o valor de 5,0 NTU, sendo esse o valor mínimo que o turbidímetro utilizado é capaz de medir. De acordo com o Ministério da Saúde esse é o valor máximo recomendado para uma água ser considerada potável, em vista disso, pode-se concluir que as amostras do minadouro estão dentro da norma.

Em relação a água comercial, em seu rótulo o pH e condutividade eram respectivamente 7,76 e 143,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Porém nas análises realizadas os dois valores ficaram abaixo do designado, sendo encontrados 6,61 e 122,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Na turbidez mediu-se 5,0 NTU assim como nas amostras.

Diante a esses valores, entende-se que a água comercial, tem um índice de condutividade menor e com pH mais próximo do neutro.

4.2. Dureza

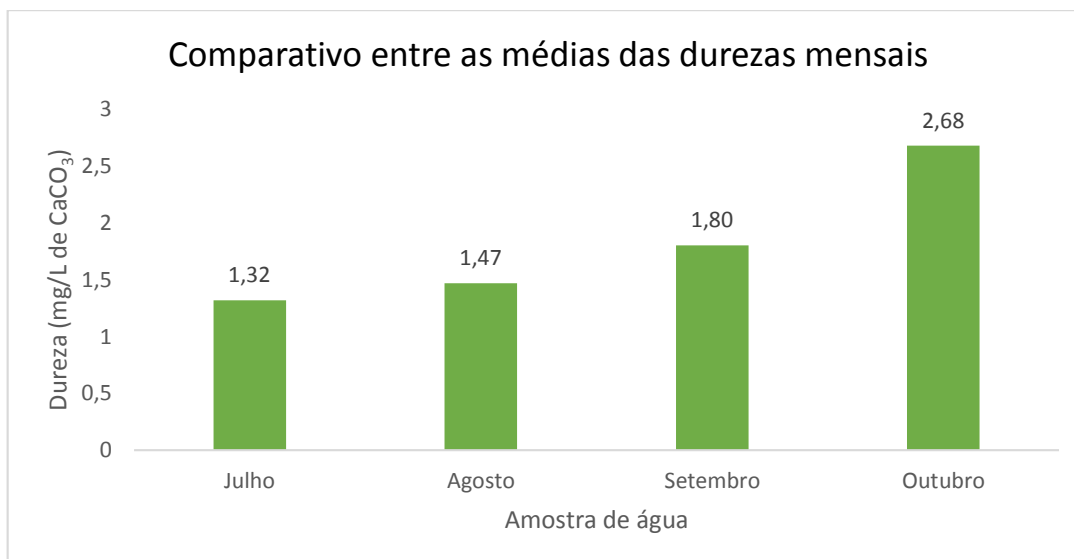
Os resultados obtidos em relação a análise de dureza são os que constam na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultado das análises de dureza das amostras de águas.

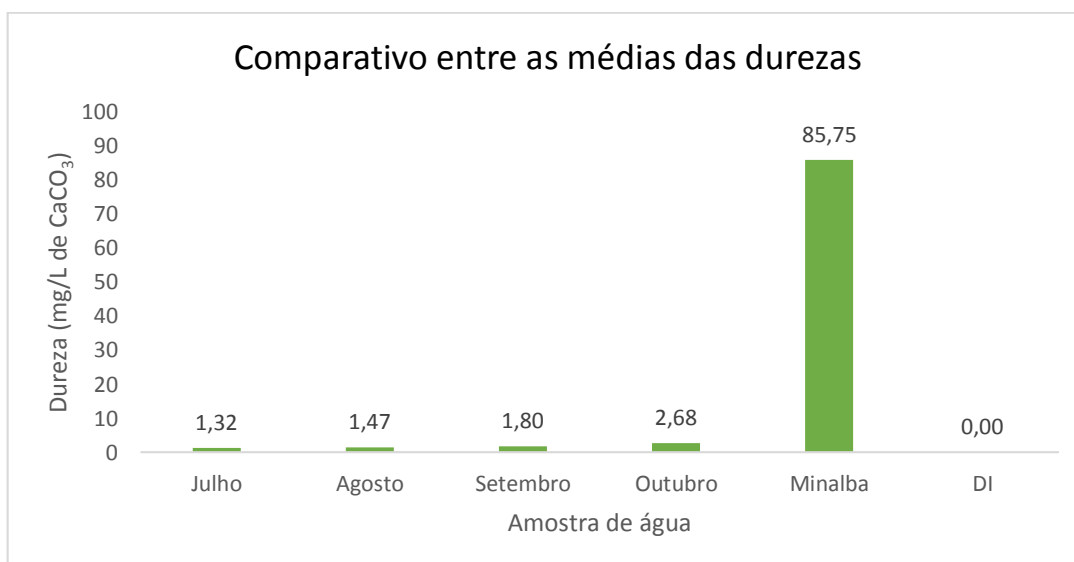
Água	Média da dureza (mg/L de CaCO ₃)	Desvio
Julho	1,32	0,05
Agosto	1,47	0,05
Setembro	1,80	0,18
Outubro	2,68	0,09
Minalba	85,75	0,58
Deionizada (DI)	-	-

Fonte: Autores, 2022.

Visto os resultados na Tabela 2, a dureza das amostras do minadouro no decorrer dos meses, não excedeu a quantidade máxima estabelecida de 300 mg/L de CaCO₃, ficando consideravelmente abaixo dessa marca não ultrapassando os 3 mg/L, sendo sua classificação como água Muito Mole, que vai de 0-70 na escala da dureza. Quanto a água comercial, sua dureza teve um valor maior em relação as amostras mensais, porém se mantendo na norma estabelecida sendo classificada como água Branda, que vai de 70-135 mg/L na escala. Considerando os resultados expostos na Figura 15 e Figura 16, pode-se constatar que todas, no quesito dureza, estão dentro da norma de potabilidade da água.

Figura 14 - Gráfico comparativo entre as médias das durezas mensais.

Fonte: Autores, 2022.

Figura 15 - Gráfico comparativo entre as médias das durezas.

Fonte: Autores, 2022.

4.3. Alcalinidade

Os resultados obtidos em relação a análise de alcalinidade são os que constam na tabela 3.

Tabela 3 - Resultado das análises de alcalinidade das amostras de águas.

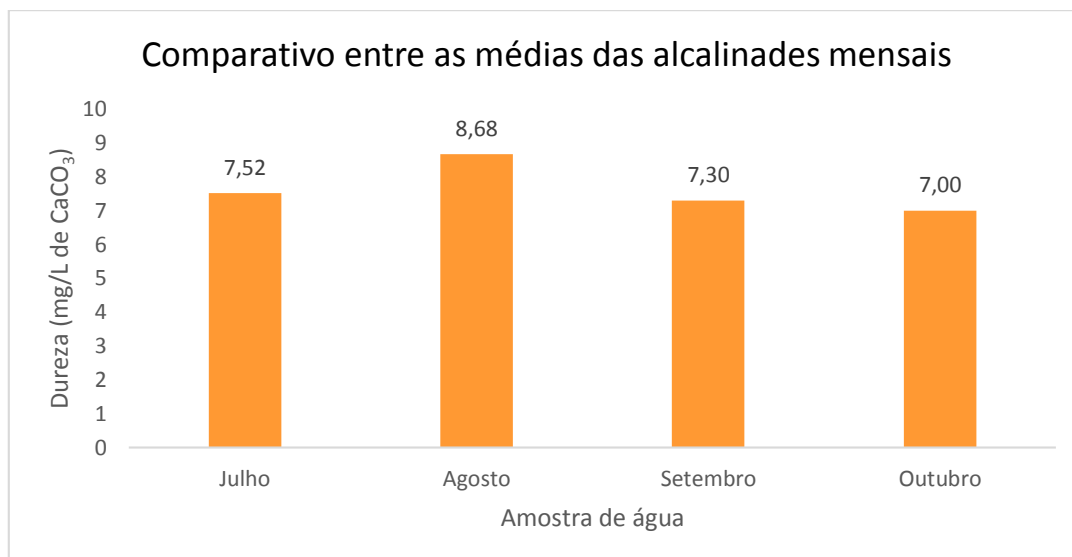
Água	Média da alcalinidade (mg/L de CaCO ₃)	Desvio
Julho	7,52	0,32
Agosto	8,68	0,14
Setembro	7,30	0,14
Outubro	7,00	0,10
Minalba	101,93	0,77
Deionizada (DI)	2,35	0,15

Fonte: Autores, 2022.

Ao analisar a Figura 16 de resultados, visualiza-se que os valores de CaCO₃ na água do minadouro não se diferiram muito nos primeiros 3 meses, porém em outubro ela decaiu de 7 e 8 para aproximadamente 5,6 mg/L. A água deionizada utilizada nas análises, também passou pelo processo de verificação de alguns parâmetros no final das práticas realizadas, tendo como objetivo usá-la para o teste branco. Dentre o analisado, a alcalinidade teve um valor mais significativo, como pode-se ver na Figura 17, indicando que pode ter ocorrido pequenas mudanças no resultado final, já que a mesma foi usada nos processos experimentais, visto também na Tabela 3.

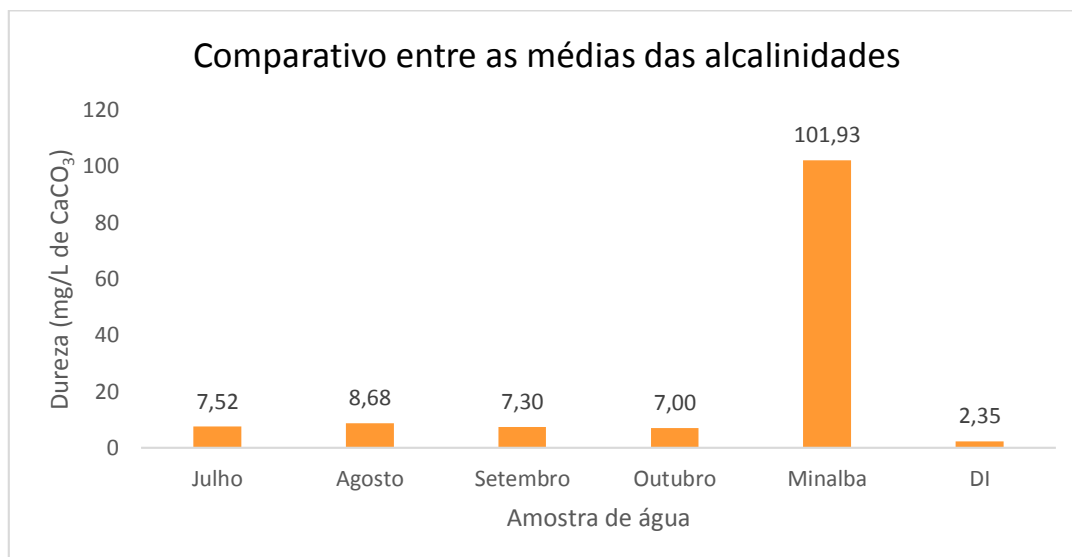
A garrafa comercial, assim como na dureza, teve um valor maior com relação a do minadouro, demonstrando que águas minerais costumam ter concentrações maiores de certas substâncias e metais.

Figura 16 - Gráfico comparativo entre as médias das alcalinidades mensais.



Fonte: Autores, 2022.

Figura 17 - Gráfico comparativo entre as médias das alcalinidades.



Fonte: Autores, 2022.

4.4. Análise Microbiológica

Após a contagem das placas, demonstradas na Tabela 4, foi escolhida para a análise de resultados aquela em que se obteve números de colônias mais próximo a 25 UFCs, devido a especificação citada por Vidal (2017), de escolher placas com uma quantidade próxima de 25 a 250 UFC, dando uma maior segurança na análise final.

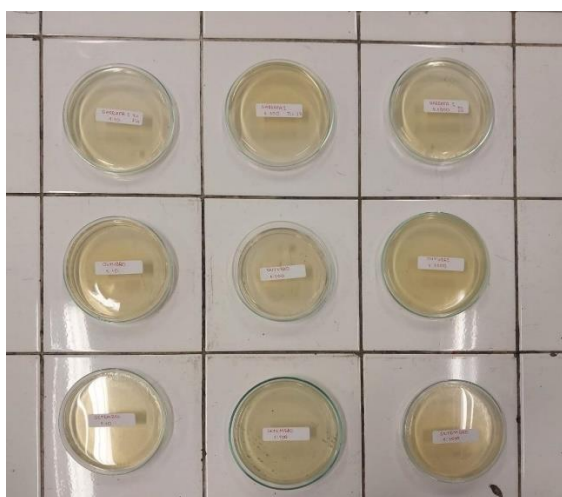
Sendo das placas realizadas (Figura 18) escolhidas apenas as das de diluições 1:10 (Figura 19).

Tabela 4 – Contagem de UFC em suas respectivas diluições.

Água	Diluição		
	1:10	1:100	1:1000
Setembro	12 UFC	10 UFC	8 UFC
Outubro	15 UFC	13 UFC	8 UFC
Minalba	19 UFC	10 UFC	7 UFC

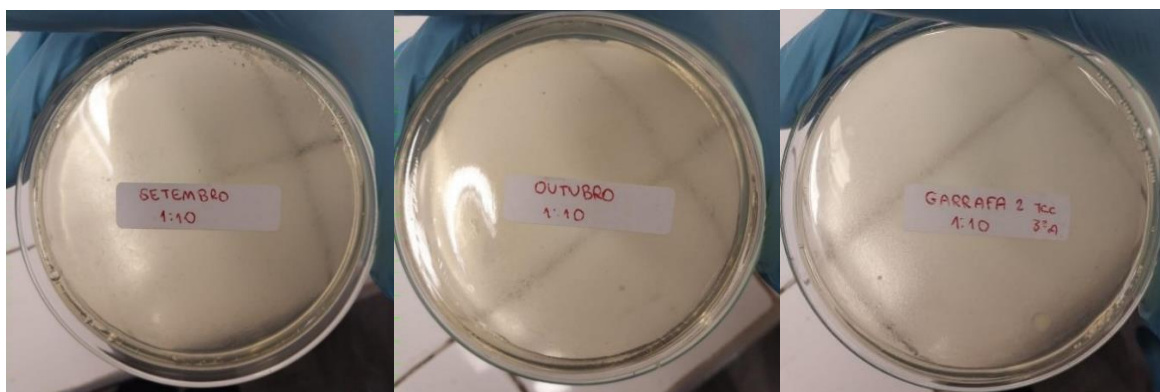
Fonte: Autores, 2022.

Figura 18 - Placas de Petri após 24h de estufa



Fonte: Autores, 2022.

Figura 19 - Placa de 1:10 de setembro/outubro/garrafa



Fonte: Autores, 2022.

Os resultados obtidos em relação a análise microbiológica são os que constam na Tabela 5.

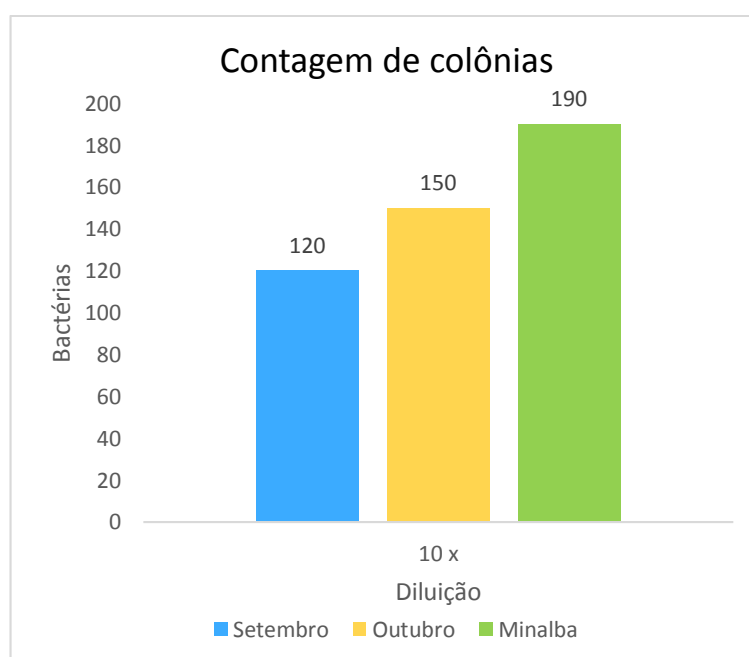
Tabela 5 - Resultados expressos em UFC/mL

Água	Diluição 1:10
Setembro	120 UFC/mL
Outubro	150 UFC/mL
Minalba	190 UFC/mL

Fonte: Autores, 2022.

Nos dois meses em que se efetuou a análise da água do minadouro (setembro e outubro) e a da garrafa comercial, a contagem de colônias não excedeu ao limite de 500 UFC/mL, como mostrado na Tabela 5 e na Figura 20, mostrando que todas as amostras estão dentro das normas da portaria nº 518, de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde.

Figura 20 - Gráfico contagem de colônias referente a suas diluições



Fonte: Autores, 2022.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É evidente que a água potável é o principal recurso da humanidade e de toda biodiversidade presente no planeta, tornando-se sua preservação e controle de potabilidade de suma importância. Em fontes de águas brutas, onde não se passa por tratamentos formais, sua comprovação de potabilidade é exigida periodicamente.

Com o término das análises mensais e da água comercial, é efetuado as devidas interpretações e comparações dos dados relacionando-as com as normas de potabilidade do Ministério da Saúde. Diante a isso, verifica-se que com exceção do valor aferido do pH dos meses de julho, agosto e setembro, que ficaram pouco abaixo de 6 sendo mais ácidas que o recomendado e necessitando uma correção de pH, todas as amostras do minadouro estão dentro dos demais padrões analisados, tendo outubro como mês em que houve mudanças mais visíveis entre os valores desses parâmetros em comparação aos outros meses, tornando-se a única amostra mensal em que nenhum resultado ultrapassou o estipulado.

Mesmo depois de realizar a correção de pH é necessário a verificação de outros parâmetros, visto que este foi um trabalho que se concentrou apenas na realização de análises das principais características da água deste minadouro, portanto é necessária uma continuidade de experimentos com a finalidade de obter um relatório completo acerca da potabilidade desta água.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Jaqueline Colvara de. **Avaliação do Índice de Qualidade da Água na Lagoa dos Patos**. Orientador: Prof. Dr. Robson Andreazza. 2013. 52p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2013. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/esa/files/2013/10/TCC-JAQUELINE-ALMEIDA.pdf>>.

Acesso em: 14 set. 2022

APDA – Associação Portuguesa de Distribuição e Drenagem de Águas. **FT-QI-10 – DUREZA TOTAL**. Disponível em: < <https://www.apda.pt/site/upload/FT-QI-10-%20Dureza%20total.pdf>> Acesso em: 24 out. 2022

BRASIL. Funasa - Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 1ª ed. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004. 146 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde**, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. **Ministério da Saúde**. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html#:~:text=%C2%A7%201%C2%BA%20Entre%20os%205,ser%20de%205%2C0%20uT>.

Acesso em: 15 set. 2022.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Águas Subterrâneas**. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/>>. Acesso em: 15 set. 2022.

COUTO, José Luiz Viana de. **Limnologia/Parâmetros/Físicos/Turbidez - UFFRJ**. Disponível em: <<http://www.uffrj.br/institutos/it/de/acidentes/turb.htm>>. Acesso em: 20 set. 2022.

HANNA, Instruments. **Alcalinidade da Água**. Disponível em: <https://www.digitalwater.com.br/alcalinidade_na_agua/#:~:text=Quando%20a%20alcalinidade%20da%20%C3%A1gua,o%20pH%20diminua%20na%20%C3%A1gua.>>. Acesso em: 24 out. 2022.

CUNHA, inês; SILVA, pedro. **Relatório de aulas práticas**. 2018. 6 páginas. Relatórios química analítica. Instituição federal de educação, ciência e tecnologia, Ceará, 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Atlas de saneamento: abastecimento de água e esgotamento sanitário / IBGE, Coordenação de Geografia e Coordenação de Recursos Naturais e Meio Ambiente**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. 190 p. ISBN: 9786587201948. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/atlas_saneamento/#/home>. Acesso em: 24 out. 2022.

LUÍZ, Ângela et al. **Parâmetros de cor e turbidez como indicadores de impactos resultantes do uso do solo, na bacia hidrográfica do rio Taquaral, São Mateus do Sul-PR**. Paraná: Raega, 2012. 21 p.

NETO, João Lopes da Silva. **Análise físico-química de parâmetros de qualidade da água de abastecimento no alto sertão do estado de Pernambuco**. Campina Grande - PB. 2013. 30 p.

PORTUGAL. Associação Portuguesa de distribuição e drenagem da água. **Dureza Total**. Portugal, 2012.

TRATA BRASIL – Instituto Trata Brasil. **Saneamento e doenças de de veiculação hídrica DataSUS e SNIS 2019**. São Paulo. 2021. 25 p.

VEXER - Vexer Industria e Comércio de Equipamentos LTDA. **O que é água bruta?**. 13 de nov de 2021. Disponível em: <<https://www.vexer.com.br/o-que-e-agua-bruta/>>. Acesso em: 24 out. 2022.

VIDAL, Profa. Dra. Ana Maria C. **Roteiro de Aula Prática: Disciplina de higiene e segurança dos alimentos (ZMV1354)**. São Paulo. 2017. 7 p.

VIEIRA, Priscilla Silveira de Lima, et al. **Determinação dos parâmetros físico-químicos de águas minerais comercializadas em João Pessoa - PB** . v. 22 n. 2 (2022): mar./abr. 2022. Paraíba. 2022. 11 p.

VIHENA, José Luiz. **Dureza da água: o que é e como ela influencia na qualidade** disponível em:<<https://grupohidrica.com.br/dureza-da-agua/>>. Acesso em: 24 out. 2022.

ZUIN, V. G.; IORIATTI, M. C. S.; MATHEUS, C. E. **O emprego de parâmetros físicos e químicos para a avaliação da qualidade de águas naturais: uma proposta para a educação química e ambiental na perspectiva CTSA**. Química Nova na Escola, v. 31, n. 1, p. 3-8, 2009.