



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
CENTRO MULTIDISCIPLINAR UFRJ-MACAÉ  
Instituto Multidisciplinar de Química

SARAH SAMANIEGO DA SILVA

**ANÁLISE DE PARÂMETROS QUÍMICOS RELACIONADOS À ÁGUA  
DA LAGOA DE IMBOASSICA DO MUNICÍPIO DE MACAÉ**

MACAÉ, RJ

2023

SARAH SAMANIEGO DA SILVA

**ANÁLISE DE PARÂMETROS QUÍMICOS RELACIONADOS À ÁGUA  
DA LAGOA DE IMBOASSICA DO MUNICÍPIO DE MACAÉ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Multidisciplinar de Química - Centro Multidisciplinar UFRJ-Macaé, como parte das exigências para obtenção do título de bacharela em Química.

Orientador: Prof. Dr. Willian Tássio Gomes Novato

MACAÉ, RJ

2023

## CIP - Catalogação na Publicação

S586

Silva, Sarah Samaniego da

Análise de parâmetros químicos relacionados à água da Lagoa de Imboassica do município de Macaé / Sarah Samaniego da Silva - Macaé, 2023.

47 f.

Orientador(a): Willian Tássio Gomes Novato.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto Multidisciplinar de Química, Bacharel em Química, 2023.

1. Água – Qualidade. 2. Monitoramento. 3. Lagoa de Imboassica (Macaé, RJ).  
I. Novato, Willian Tássio Gomes, orient. II. Título.

CDD 540

SARAH SAMANIEGO DA SILVA

**ANÁLISE DE PARÂMETROS QUÍMICOS RELACIONADOS À ÁGUA  
DA LAGOA DE IMBOASSICA DO MUNICÍPIO DE MACAÉ**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto Multidisciplinar de  
Química - Centro Multidisciplinar UFRJ-  
Macaé, como parte das exigências para  
obtenção do título de bacharela em  
Química.

APROVADO EM:

COMISSÃO EXAMINADORA:

---

Prof. Dr. Willian Tássio Gomes Novato (IMQ – CM UFRJ)  
Orientador

---

Dr. Fernando Armani Aguiar, Docente (IMQ – CM UFRJ)  
1º Membro

---

Prof. Dr. Rodrigo de Siqueira Melo (IMQ – CM UFRJ)  
2º Membro

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, à Deus, Ele me auxiliou durante toda a caminhada universitária, me sustentando nos momentos difíceis e me ajudando com seu infinito amor. Sei que sua presença em minha vida foi fundamental para me tornar quem sou hoje.

Aos meus pais, Sérgio Pinto da Silva e Ana Cristina Motta Samaniego. Agradeço por todos os dias serem meu alicerce e razão da minha existência. Obrigada por estarem presente em todos os momentos da minha vida, sempre com uma palavra de incentivo e encorajamento. Tenho orgulho de ter sido instruída e educada por pais batalhadores e tementes a Deus.

À minha irmã, Thaís Samaniego da Silva, foi e sempre será minha parceira de vida, minha amiga e conselheira. É incrível pensar que passamos todas nossas fases juntas. Em toda trajetória acadêmica, uma sendo companheira da outra. Obrigada por sempre me incentivar a seguir meus sonhos. Saiba que sempre estarei com você, cuidando e protegendo.

Ao meu grande incentivador, meu namorado, Matheus Silva Siqueira, agradeço todo incentivo, palavras motivadoras, por sempre buscar fazer tudo para me ver feliz. Como tenho orgulho de ter um namorado como você, companheiro, calmo, parceiro, inteligente, trabalhador, estudioso, enfim, são muitas qualidades que fazem ter mais certeza do meu amor por você.

À toda minha família que sempre esteve comigo nos momentos bons e difíceis, em especial minha avó Vasti, sempre me orientando e me acolhendo com seu jeitinho especial.

Aos meus amigos de faculdade, Milena A., Mariana P., Luiz C., Ruan, Herbert e tantos outros que sempre me ajudaram e tornaram a minha trajetória acadêmica mais leve e alegre.

Aos professores que lecionaram as disciplinas do Curso de Química, toda minha gratidão por se dedicarem e entregarem sempre o melhor aos alunos. Me sinto abençoada por ter sido aluna de professores tão capacitados.

Ao meu professor e orientador, Prof. Willian Tássio Gomes Novato, que desde o início da minha graduação me orientou, me ensinou e principalmente me encorajou

em todo o curso. Obrigada por toda instrução e exemplo de profissional. Tive um grande mestre ao meu lado.

Por fim, a Universidade Federal do Rio de Janeiro - campus Macaé, por me proporcionar a oportunidade de cursar química e poder me formar em uma das melhores universidades do Brasil. E aos órgãos de fomento CNPQ, CAPES, PIBIC e ao laboratório NQTCM - Núcleo de Química Teórica e Computacional de Macaé que me apoiaram durante todo o trabalho que desenvolvi durante a graduação.

Muito Obrigada!

“Consagre ao Senhor tudo o que você faz,  
e os seus planos serão bem-sucedidos”.  
(Provérbios 16:3)

“Educação não transforma o mundo. Educação muda as pessoas.  
Pessoas transformam o mundo.”  
(Paulo Freire)

## RESUMO

SILVA, Sarah Samaniego. **ANÁLISE DE PARÂMETROS QUÍMICOS RELACIONADOS À ÁGUA DA LAGOA DE IMBOASSICA DO MUNICÍPIO DE MACAÉ**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) - Instituto Multidisciplinar de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé, 2023.

A qualidade da água é uma questão de extrema importância para a saúde humana e para a preservação do meio ambiente. Os recursos hídricos são essenciais no desenvolvimento de diversas atividades econômicas, e a contaminação e poluição da água podem afetar negativamente a saúde, a economia e a biodiversidade. Neste contexto, a análise e monitoramento da qualidade da água é de muita relevância para a gestão dos recursos hídricos. O conhecimento sobre as características físicas, químicas e biológicas da água é essencial para identificar as fontes de poluição e contaminação e para implementar medidas de prevenção e remediação. O presente trabalho teve como objetivo analisar alguns dos parâmetros químicos e microbiológicos em dois pontos específicos da Lagoa de Imboassica do município de Macaé - RJ, e verificar se estes parâmetros estão dentro do enquadramento disposto na agência regulatória. Deste modo, foram realizadas análises de pH, dureza total, alcalinidade, ferro total, cloretos e coliformes totais durante vários meses do ano de 2022. Sendo possível observar e constatar que os parâmetros analisados estavam de acordo com a resolução N<sup>o</sup>. 357 do CONAMA.

**Palavras-Chave:** Água, Parâmetros Químicos, Parâmetros Microbiológicos, Monitoramento, Lagoa de Imboassica.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Pôr do sol – Lagoa de Imboassica, Macaé. ....	21
Figura 2. Bancada de análise no Laboratório do Centro Multidisciplinar de Química - UFRJ Macaé .....	23
Figura 3. Recipientes utilizados para as coletas .....	24
Figura 4. Localização da Lagoa de Imboassica, Macaé.....	25
Figura 5. Análise de Dureza Total.....	27
Figura 6. Análise da Alcalinidade.....	29
Figura 7. Análise de Ferro Total.....	31
Figura 8. Análise de cloretos.....	33
Figura 9. Análise de coliformes utilizando o Colipaper após estufa .....	34
Figura 10. Resultados obtidos nas análises de pH das amostras de água coletadas .....	36
Figura 11. Resultados obtidos nas análises de Dureza Total.....	38
Figura 12. Resultados obtidos nas análises de Alcalinidade.....	39
Figura 13. Resultados obtidos nas análises de ferro total.....	40
Figura 14. Resultados obtidos nas análises de Cloretos das amostras de água coletadas.....	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação dos corpos d'água de acordo com a Resolução do CONAMA 357/2005 .....	16
Tabela 2. Classificação do grau de dureza da água .....	18
Tabela 3. Resultados obtidos nas análises de Dureza Total das amostras de água coletadas .....	37
Tabela 4. Resultados obtidos nas análises de Alcalinidade das amostras de água coletadas .....	39
Tabela 5. Resultados obtidos nas análises de Ferro Total das amostras de água coletadas .....	40
Tabela 6. Resultados obtidos nas análises de Cloretos das amostras de água coletadas .....	41
Tabela 7. Resultados obtidos nas análises de Coliformes das amostras de água coletadas .....	43

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Soluções utilizadas na determinação de dureza total.....	26
Quadro 2. Soluções utilizadas na determinação de alcalinidade. ....	28
Quadro 3. Soluções utilizadas na determinação de ferro total. ....	30
Quadro 4. Soluções utilizadas na determinação de cloretos.....	32

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>OMS</b>	Organização Mundial da Saúde
<b>ETA</b>	Estação de Tratamento de Água
<b>pH</b>	Potencial Hidrogeniônico
<b>CONAMA</b>	Conselho Nacional do Meio Ambiente
<b>VMP</b>	Valor Máximo Permitido
<b>PA</b>	Pureza Analítica
<b>SR</b>	Solução Reagente

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
1.1 <i>Avaliação da Qualidade da Água</i> .....	16
1.2 <i>Parâmetros Químicos</i> .....	17
1.2.1 <i>Potencial Hidrogeniônico - pH</i> .....	18
1.2.2 <i>Dureza Total</i> .....	18
1.2.3 <i>Alcalinidade</i> .....	18
1.2.4 <i>Ferro Total</i> .....	19
1.2.5 <i>Cloretos</i> .....	19
1.3 <i>Parâmetros Microbiológicos</i> .....	20
1.3.1 <i>Coliformes</i> .....	20
1.4 <i>Lagoa de Imboassica</i> .....	20
<b>2. OBJETIVO.....</b>	<b>22</b>
2.1 <i>Objetivo Geral</i> .....	22
2.2 <i>Objetivo Específicos</i> .....	22
<b>3. MÉTODOS.....</b>	<b>23</b>
3.1 <i>Amostragem</i> .....	23
3.2 <i>Local de Estudo</i> .....	24
3.3 <i>Parâmetros Químicos</i> .....	25
3.3.1 <i>Potencial Hidrogeniônico (pH)</i> .....	26
3.3.2 <i>Dureza Total</i> .....	26
3.3.3 <i>Alcalinidade</i> .....	28
3.3.4 <i>Ferro</i> .....	30
3.3.5 <i>Cloretos</i> .....	32
3.4 <i>Parâmetros Microbiológicos</i> .....	34
3.4.1 <i>Coliformes Termotolerantes e Escherichia coli</i> .....	34
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>36</b>
4.1 <i>Potencial Hidrogeniônico (pH)</i> .....	36
4.2 <i>Dureza Total</i> .....	37

4.3	<i>Alcalinidade</i> .....	38
4.4	<i>Ferro Total</i> .....	39
4.5	<i>Cloretos</i> .....	41
4.6	<i>Coliformes Totais</i> .....	42
<b>5.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>44</b>
<b>6.</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>45</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso indispensável para o ser vivo. A qualidade da água se torna elementar, visto que o desdobramento da poluição hídrica já é notória, provocando impactos ambientais em áreas que dependem diretamente e indiretamente da boa qualidade da água para manter o equilíbrio da natureza. (CUNHA et al., 2012).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde, estimasse que morrem 200 pessoas por hora, em virtude da água de baixa qualidade, e falta de saneamento e higiene. E nos países em desenvolvimento, ainda segundo as estatísticas da OMS, estimam que 80% das doenças são propagadas pelas águas, sejam elas de maneira direta, ou seja, pela ingestão de água contaminada, ou indiretamente em função de vetores que dependem da água para sua proliferação (FORTES, BARROCAS, KLIGERMAN, 2020).

Antes do final do século 19, a avaliação da qualidade da água era principalmente baseada em características visíveis e sensoriais, como cor, odor e sabor. No entanto, a compreensão da relação entre a qualidade da água e a saúde pública evoluiu ao longo do século 20. A partir do início do século 20, a qualidade da água passou a ser vista como uma questão crítica para a saúde pública devido ao aumento de casos de doenças transmitidas pela água. Isso levou a um foco maior em testes e métodos científicos para avaliar a pureza da água. Em 1855, o epidemiologista John Snow demonstrou que um surto de cólera em Londres estava relacionado à contaminação dos poços de abastecimento público por esgoto, o que foi uma descoberta crucial na história da saúde pública. Essa descoberta foi fundamentada na Teoria dos Germes, que postulava a existência de organismos microscópicos como agentes causadores de doenças. Louis Pasteur também desempenhou um papel fundamental ao confirmar que esses organismos microscópicos podiam ser transmitidos por meio da água, fornecendo uma base científica sólida para a importância da qualidade da água na prevenção de doenças. (FREITAS, FREITAS, 2005).

Esses marcos históricos foram essenciais para o desenvolvimento das práticas modernas de tratamento de água e saneamento, e continuam a ser relevantes para

garantir o acesso a água segura em todo o mundo. A garantia da qualidade da água é fundamental para a prevenção de doenças, para o uso sustentável dos recursos hídricos e para a manutenção da biodiversidade aquática. Sem a autorização dos órgãos ambientais, o lançamento de dejetos gerados em Estações de Tratamento de Águas - ETAs em corpos d'água, pode ser considerado crime ambiental. Em suma, os resíduos causam efeitos diretos ao ambiente aquático do corpo receptor, promovendo danos à fauna e flora aquática (ACHON, BARROSO, CORDEIRO, 2013).

As variações químicas e ecológicas no sistema aquático resultam em um desequilíbrio da fauna e flora dos corpos de água, esses impactos vão desde a redução da captura na pesca, até o aumento do custo de aquisição e tratamento da água para consumo humano (CARVALHO, SCHLITTLER, TORNISIELO, 2000). Assim sendo, a qualidade da água é o resultado de fenômenos naturais e da ação do homem (ALVES et al., 2008).

### 1.1 Avaliação da Qualidade da Água

O monitoramento da qualidade da água no Brasil é estabelecido pelo Ministério do Meio Ambiente, nas Resoluções CONAMA 357/05, 396/08 e 430/2011 o qual dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e superficiais e estabelecem as condições e padrões de lançamento de efluentes. Esses padrões incluem valores máximos permitidos - VMPs para diversos parâmetros químicos, físicos e microbiológicos (BRASIL, 2014).

Através da Portaria da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº357 de 17 de março de 2005, publicada pelo Ministério do Meio Ambiente, dispõe de uma classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais, em relação ao uso (BRASIL, 2005). E no Art. 4º desta Resolução destaca a classificação das águas salobras em:

Tabela 1. Classificação dos corpos d'água de acordo com a Resolução do CONAMA 357/2005

Classe	Águas destinadas
Classe Especial	a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e,



---

	b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
Classe 1	a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à aquicultura e à atividade de pesca; d) ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; e e) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.
Classe 2	a) à pesca amadora; e b) à recreação de contato secundário.
Classe 3	a) à navegação; e b) à harmonia paisagística.

---

Fonte: Adaptado BRASIL 2005 - CONAMA nº 357/2005.

E assim sendo, a classificação quanto a água de um manancial de superfície, tal como a Lagoa de Imboassica poderia estar enquadrada na Sessão II das águas salobras descrita Classe 1, e desta forma atendendo aos parâmetros normalizados a tal portaria destinada para controle de qualidade.

## 1.2 *Parâmetros Químicos*

A análise de parâmetros químicos é utilizada para avaliar a presença de substâncias que podem afetar a saúde humana, a vida aquática e o meio ambiente em geral. Dentre esses parâmetros estão: pH, alcalinidade, dureza, ferro, cloretos entre outros.

### 1.2.1 Potencial Hidrogeniônico - pH

O pH é uma medida da concentração de  $H^+$  de um sistema aquoso. A escala de pH varia de 0 a 14, sendo que um pH de 7 é considerado neutro.

O pH da água pode ser afetado por diversos fatores, incluindo os de origem natural como, dissolução de rochas e fotossíntese, ou de origem antropogênica (BRASIL, 2006). Um pH inadequado pode afetar a saúde e o bem-estar dos seres vivos que dependem da água.

Desta forma, existem restrições de faixas de pH estabelecidas para as diversas classes de águas naturais de acordo com a Resolução Nº. 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA. Os critérios de proteção à vida aquática fixam o pH entre 6,5 a 8,5 em relação aos corpos de águas salobras de classe 2 (CONAMA., 2005).

### 1.2.2 Dureza Total

A dureza total refere-se, principalmente, à concentração de cátions de cálcio e magnésio presentes no meio, podendo haver outros cátions em menor escala (BRASIL, 2006) e pode ser classificada como é descrito em VMP na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2. Classificação do grau de dureza da água

VMP	Classificação
Menor que 50mg/L de $CaCO_3$	Água mole
Entre 50 e 150 mg/L de $CaCO_3$	Água com dureza moderada
Entre 150 e 300 mg/L de $CaCO_3$	Água dura
Maior que 300mg/L de $CaCO_3$	Água muito dura

Fonte: Adaptado (BRASIL, 2006)

### 1.2.3 Alcalinidade

A alcalinidade é uma medida da capacidade da água para neutralizar ácidos, ou seja, é a quantidade de íons de hidróxido ( $OH^-$ ) e bicarbonato ( $HCO_3^-$ ) presentes na água (SOUZA, 2007). A alcalinidade serve para expressar a capacidade de tamponamento da água, ou seja, possui capacidade de resistir a mudanças do pH (BRASIL, 2006).

A alcalinidade da água pode ser afetada por diversos fatores, incluindo fatores geológicos do local e até mesmo condições climáticas. Por exemplo, a alcalinidade da água pode ser aumentada por processos naturais, como a dissolução de minerais alcalinos, ou por atividades humanas, como a descarga de resíduos em corpos d'água.

#### 1.2.4 *Ferro Total*

O ferro é um elemento químico presente naturalmente na água e no solo, e é essencial para a saúde humana e para o desenvolvimento de plantas e animais. Entretanto, a presença excessiva de ferro na água pode ser prejudicial, causando problemas de sabor, odor e coloração, além de afetar a saúde e o uso da água para diversos fins, como desarranjo intestinal (SEZERINO, 2005).

A presença de ferro ( $\text{Fe}^0$ ), cátions ferrosos ( $\text{Fe}^{2+}$ ) e férricos ( $\text{Fe}^{3+}$ ), ou seja, o quantitativo de ferro total na água pode se dar de duas formas: as causas geogênicas como o desprendimento de fontes naturais, ou provenientes de ações antropogênicas, como a descarga descontrolada de efluentes industriais, pelo contato com resíduos de mineração, lixiviados de aterros e lixões que representam outros contribuintes da poluição de metais na água (VALOMES, 2018).

#### 1.2.5 *Cloretos*

Em águas naturais, o cloro, na forma de íon cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), é um dos principais ânions inorgânicos. Assim, águas contendo a concentração com valores maiores ou iguais a 250 mg  $\text{Cl}^-$  /L podem ter um sabor salino detectável, se o cátion que propicia o equilíbrio iônico da solução for o sódio  $\text{Na}^+$ . Um alto teor de cloretos em água salobra, é um indicativo de dissolução dos depósitos de sal, descargas de efluentes das indústrias químicas, exploração de poços petrolíferos, infiltração das águas marinhas em águas costeiras. Em águas com altas concentrações do íon cloreto, o sabor presente é bem característico e pode causar efeito laxativo (BRASIL, 2014).

## 1.3 *Parâmetros Microbiológicos*

### 1.3.1 *Coliformes*

Coliformes são bactérias que estão presentes no intestino humano e de animais de sangue quente e nas fezes, entretanto os coliformes também incluem bactérias que se reproduzem naturalmente no solo, na água e em plantas (BRASIL, 2006). O grupo Coliforme é dividido em Coliformes totais e Coliformes termotolerantes ou fecais. Os Coliformes totais e termotolerantes são os indicadores de contaminação mais utilizados para verificar a qualidade sanitária da água.

Os coliformes totais são bacilos gram-negativos, podendo ser aeróbios ou anaeróbios facultativos, capazes de desenvolver-se na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a  $35,0 \pm 0,5$  °C em 24-48 horas, sendo capaz de apresentar atividade da enzima  $\beta$ -galactosidase. Em contrapartida, os coliformes termotolerantes são capazes de fermentar a lactose a  $44,5 \pm 0,2$  °C em 24 horas, tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal (BRASIL, 2006).

De acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005, os coliformes termotolerantes, para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA n° 274, de 2000, o qual classifica a água em condições satisfatórias se houver, no máximo, 1.000 coliformes fecais (termotolerantes) ou 800 *Escherichia coli*. Em demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral (CONAMA, 2005).

## 1.4 *Lagoa de Imboassica*

A Lagoa de Imboassica é um corpo d'água localizado no município de Macaé, no estado do Rio de Janeiro. A bacia da Lagoa Imboassica tem como principal curso d'água o Rio Imboassica, que possui cerca de 14 km de extensão e marca parte do limite entre os municípios Macaé e Rio das Ostras. A lagoa de Imboassica é um local que atrai muitos turistas para apreciação do pôr do sol (Figura 1) e muitos nativos para utilização de lazer ou prática de esporte aquático.



Figura 1. Pôr do sol – Lagoa de Imboassica, Macaé.

Fonte: Google Imagens

## **2. OBJETIVO**

### *2.1 Objetivo Geral*

O presente trabalho tem como finalidade avaliar parâmetros da água da Lagoa de Imboassica visando fatores químicos e microbiológicos em verificação quinzenal e comparar os resultados obtidos com o enquadramento disposto na agência regulatória.

### *2.2 Objetivo Específicos*

(I) Utilizar a técnica de titulometria para a quantificação dos parâmetros químicos e a técnica de Colipaper para os parâmetros microbiológicos, através de análises feitas quinzenalmente, em dois períodos do ano de 2022.

(II) Verificar se os resultados obtidos estão em conformidade com os índices permitidos pela Resolução N<sup>o</sup>. 357 do CONAMA.

### 3. MÉTODOS

A escolha para quantificação dos parâmetros visados foi dada pela técnica de titulometria, o qual as amostragens eram realizadas previamente no dia anterior de análise do experimento, e eram mantidas refrigeradas, exceto para as análises de Colipaper (quantificação de Coliformes sp.). Para cada análise, 100 mL de amostra foram sempre necessárias, o qual eram levadas para realização da análise no Laboratório Multiusuário de Pesquisas Químicas situado no Instituto Multidisciplinar de Química – CM UFRJ – Macaé (Figura 1).



Figura 2. Bancada de análise no Laboratório do Centro Multidisciplinar de Química - UFRJ Macaé

Fonte: Elaborado pelo autor

#### 3.1 Amostragem

A coleta das amostras foram feitas manualmente, em frascos alternativos de vidro (Figura 2) e devidamente esterilizado com solução de hipoclorito de sódio 0,5% por 24 horas e devidamente ambientadas em água destilada por um tempo mínimo de 4 horas.



Figura 3. Recipientes utilizados para as coletas

Fonte: Elaborado pelo autor

### 3.2 *Local de Estudo*

O trabalho foi conduzido na Lagoa de Imboassica onde fica situada no município de Macaé no estado do Rio de Janeiro. Para avaliação dos parâmetros químicos, as coletas eram feitas nas margens da lagoa, na área de banhista, denominada como coleta 1 na figura 3. As coletas eram feitas quinzenalmente, em dois períodos do ano de 2022. O primeiro sendo no mês de maio/2022 a julho/2022 e posteriormente no mês de setembro/2022 a novembro/2022, totalizando 6 meses.

Em relação as coletas para determinação dos parâmetros microbiológicos, foi feita apenas duas coletas em quinzenas diferentes. As coletas também ocorreram em locais distintos, um dos pontos foi as margens da área dos banhistas (Coleta 1) e o outro ponto foi perto da área dos quiosques (Coleta 2).





Figura 4. Localização da Lagoa de Imboassica, Macaé

Fonte: Google Maps

A localização da coleta 1, área de banho, foi escolhida por estar bem próxima da área de areia que separa a lagoa do mar, e por ser um local mais frequentado por banhistas. Já a localização da coleta 2 foi escolhida por conta da proximidade com a área onde ficam localizados os caíques e onde há presença da vegetação que fica a margem da lagoa.

### 3.3 Parâmetros Químicos

Os parâmetros químicos escolhidos para as análises laboratoriais foram pH, dureza total, alcalinidade, ferro total e cloreto total. As mesmas foram preparadas de acordo com o procedimento de cada análise, seguindo os métodos descritos pelo livro Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas 2ª edição (MACÊDO, 2003). Os dados obtidos de cada parâmetro foram avaliados por indicadores estabelecidos na Resolução Conama nº 357, de 17/03/2005, para corpos de águas salobras de Classe I.

### 3.3.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Para a determinação do potencial hidrogeniônico, primeiramente foi feita a calibração do equipamento com solução tampão 4,00, 7,00 e 10,00 ( $\pm 0,02$ ) – Dinâmica, para a obtenção de resultados exatos e precisos. Após, foi adicionado a um béquer de 50 mL uma quantidade de 30mL da amostra a ser avaliada. Foi determinado o pH do líquido em pHmêtro de bancada da marca Bel Engineering PHS3BW.

### 3.3.2 Dureza Total

Para a determinação da dureza, utilizou-se a técnica da volumetria de complexação. Sendo utilizado as soluções do quadro a seguir:

Quadro 1. Soluções utilizadas na determinação de dureza total.

Soluções	Preparo
Indicador de Negro de Eriocromo T	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pesar 0,25g aproximadamente de negro de eriocromo T e adicionar 50ml de álcool etílico ao becker contendo o negro de eriocromo.</li></ul>
EDTA 0,01 mol.L <sup>-1</sup>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Transferir 3,723 de sal dissódico do EDTA, dissolver em 100mL de água destilada e transferir para um balão volumétrico de 1000mL e completar o volume.</li></ul>

Fonte: Adaptado (MACÊDO, 2003).

Para a determinação, inicialmente foi adicionado 100mL da amostra da água ao um Erlenmeyer de 250mL, seguidamente, foi adicionado 2mL de Hidróxido de Amônio PA e duas gotas de indicador de negro de Eriocromo T. Em seguida, titulou-se com a solução de EDTA 0,01 mol.L<sup>-1</sup>, até o surgimento de coloração azul (Figura 5). A análise foi realizada em duplicata.

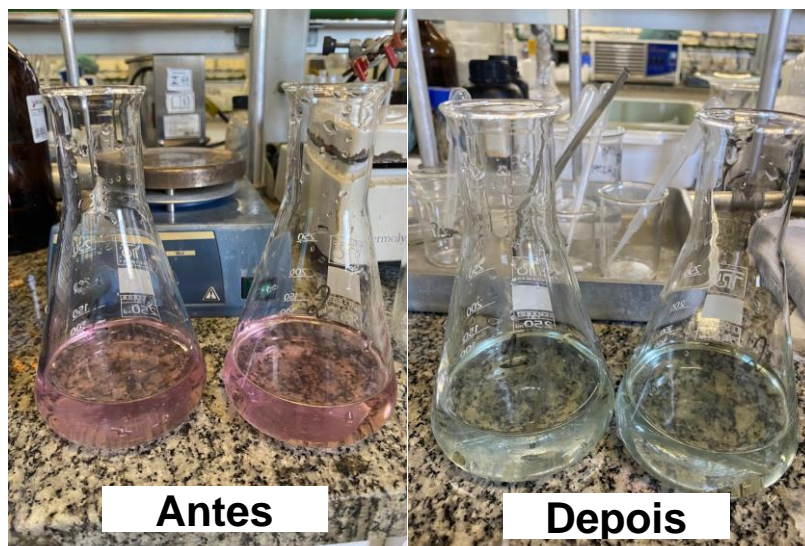


Figura 5. Análise de Dureza Total.

Fonte: Elaborado pelo autor

Com base no livro "Métodos de Laboratório" (MACÊDO, 2003), foi possível obter as equações para que os resultados de dureza total fossem exemplificados de maneira mais clara. Foi considerado um volume de amostra de 100 ml e o resultado de dureza total foi expresso em mg/L.

$$x \left( \text{mg de } \frac{\text{CaCO}_3}{\text{L}} \right) = \frac{M \cdot V(\text{mL}) \cdot fc \cdot Mol \cdot 1000}{V_{\text{amostra}}} \quad (1)$$

$$x \left( \text{mg de } \frac{\text{CaCO}_3}{\text{L}} \right) = \frac{0,01 \cdot V(\text{mL}) \cdot fc \cdot 100 \cdot 1000}{100} \quad (2)$$

$$x \left( \text{mg de } \frac{\text{CaCO}_3}{\text{L}} \right) = V(\text{mL}) \cdot 10 \cdot fc \quad (3)$$

Onde:

- $M$  = Concentração Molar do EDTA
- $V$  = Volume gasto de EDTA na titulação em mL
- $fc$  = Fator de correção do EDTA (0,9698)
- $Mol$  = Massa Molar do  $\text{CaCO}_3$  (100 g/mol)
- $V_{\text{amostra}}$  = Volume utilizado da amostra analisada em mL

### 3.3.3 Alcalinidade

Para a determinação de alcalinidade era necessário, previamente, o preparo de algumas soluções, como descreve o quadro 2.

Quadro 2. Soluções utilizadas na determinação de alcalinidade.

Soluções	Preparo
Tiossulfato de sódio 0,1N	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pesar 25 g de tiossulfato de sódio pentahidratado p.a. e transferir para o balão volumétrico de 1000 mL, e completar com água destilada</li></ul>
Fenolfetaleína 0,1%	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dissolver 0,1 g de fenolfetaleína em cerca de 50 mL de etanol 96°GL.</li><li>• Transferir para um balão volumétrico de 100mL, e completar o volume com etanol 96°GL.</li></ul>
Ácido Sulfúrico 0,02N	1-

Fonte: Adaptado (MACÊDO, 2003).

Um volume de 100mL da amostra da água foi adicionado a um Erlenmeyer de 250mL, com 5 gotas de tiossulfato de sódio 0,1N, a fim de eliminar o cloro residual da amostra de água, caso existissem. Em seguida, 3 gotas de fenolfetaleína 0,1% foram adicionadas, e a titulação foi executada com Ácido Sulfúrico 0,02N, até o descoloramento do indicador (de rosa para transparente). Posteriormente a essa troca de coloração, mais 3 gotas de vermelho de metila acrescentadas, prosseguindo novamente com a titulação com o mesmo titulante, até o surgimento de coloração vermelho alaranjado, como é demonstrado na figura 6.



Figura 6. Análise da Alcalinidade.

Fonte: Elaborado pelo autor

A fim de evidenciar os resultados e realizar os cálculos de alcalinidade mais facilmente, foram utilizadas as seguintes fórmulas fornecidas no livro "Métodos de Laboratório" (MACÊDO, 2003), considerando um volume de amostra de 100 mL.

$$x(\text{em termos de } CaCO_3) = \frac{M \cdot V(\text{mL}) \cdot fc \cdot Eq - gA \cdot 1000}{V_{amostra}} \quad (4)$$

$$x(\text{em termos de } CaCO_3) = \frac{0,02 \cdot V(\text{mL}) \cdot fc \cdot 50 \cdot 1000}{100} \quad (5)$$

$$x(\text{em termos de } CaCO_3) = V(\text{mL}) \cdot 10 \cdot fc \quad (6)$$

Em que:

- $M$  = Concentração do  $H_2SO_4$
- $V$  = Volume gasto de  $H_2SO_4$  na titulação em mL
- $fc$  = Fator de correção do  $H_2SO_4$  a 0,02N (0,9998)
- $Eq-gA$  = Massa molar (50g/mol)
- $V_{amostra}$  = Volume utilizado da amostra analisada em mL

### 3.3.4 Ferro

Para a determinação do ferro, seguiu os procedimentos descritos no quadro 3 para a preparação das soluções utilizadas na titulação.

Quadro 3. Soluções utilizadas na determinação de ferro total.

Soluções	Preparo
Ácido Nítrico 50% SR	<ul style="list-style-type: none"><li>Diluir 50ml de HNO<sub>3</sub> em 50mL de água em balão volumétrico de 100mL.</li></ul>
Ácido sulfossalicílico 5%	<ul style="list-style-type: none"><li>Pesar 5 g de ácido sulfossalicílico e dissolver em água, e transferir para um balão volumétrico de 100 mL e completar o volume.</li></ul>
EDTA 0,01 mol.L <sup>-1</sup>	<ul style="list-style-type: none"><li>Transferir 3,723 de sal dissódico do EDTA, dissolver em 100mL de água destilada e transferir para um balão volumétrico de 1000mL e completar o volume.</li></ul>

Fonte: Adaptado (MACÊDO, 2003).

Para a análise foram adicionados 100 mL da amostra da água a um Erlenmeyer de 250mL com 4 mL de Ácido Nítrico 50% SR, deixando por 3 minutos de fervura tal mistura, e após o resfriamento, 30 gotas de indicador de ácido sulfossalicílico 5% foram adicionadas. Titulou-se com a solução de EDTA 0,01 mol/L, até o desaparecimento da coloração rosa claro (Figura 7).

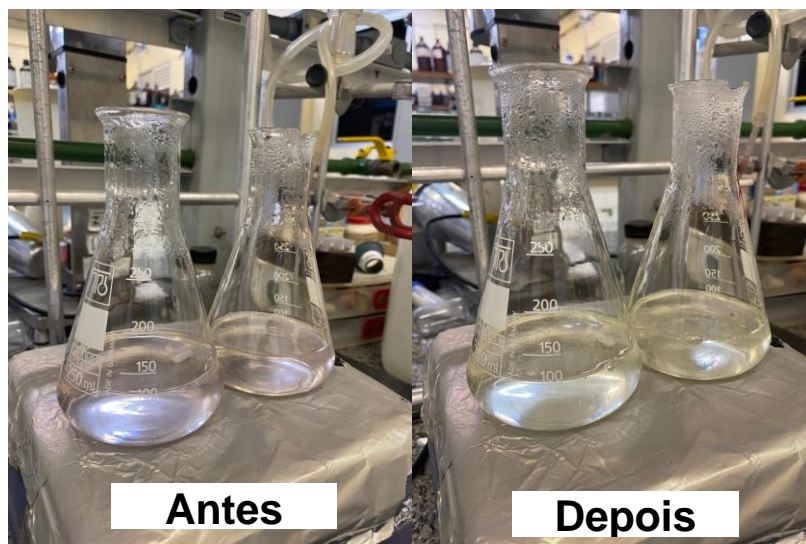


Figura 7. Análise de Ferro Total.

Fonte: Elaborado pelo autor

Com intuito de normalizar os resultados, deixando de forma mais fácil, a expressão a seguir é proposta, com base na literatura (MACÊDO, 2003), como uma maneira rápida de implementação da verificação do quantitativo de ferro total, considerando volume de 100mL de amostragem.

$$x \left( mg \text{ de } \frac{Fe}{L} \right) = \frac{M.V(mL).fc.Mol.1000}{V_{amostra}} \quad (7)$$

$$x \left( mg \text{ de } \frac{Fe}{L} \right) = \frac{M.V(mL).fc.Mol.1000}{V_{amostra}} \quad (8)$$

$$x \left( mg \text{ de } \frac{Fe}{L} \right) = V(mL).5,585.fc \quad (9)$$

Onde:

- $M$  = Concentração do EDTA
- $V$  = Volume gasto de EDTA na titulação em mL
- $fc$  = Fator de correção do EDTA (0,9698)
- $Mol$  = Massa Molar do Ferro (55,85 g/mol)
- $V_{amostra}$  = Volume utilizado da amostra analisada em mL



### 3.3.5 Cloretos

Para a determinação de cloretos, o método de Mohr, via volumetria de precipitação, foi empregado. Para a realização das análises, foram feitas previamente as soluções utilizadas no método, como descrito no quadro 4.

Quadro 4. Soluções utilizadas na determinação de cloretos.

Soluções	Preparo
Cromato de Potássio 5%	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dissolver 50g de cromato de potássio em 100mL de água destilada. Adicionar Nitrato de prata 0,1N até o aparecimento de precipitado vermelho.</li><li>• Deixar a solução repousar por 12 horas.</li><li>• Filtrar e diluir o filtrado com água em um balão volumétrico de 1000mL</li></ul>
Nitrato de Prata 0,01N	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pesar 17g de nitrato de prata e transferir para um balão volumétrico de 1000mL, envolto no papel laminado.</li><li>• Em um balão de 500mL, transferir 50mL da solução preparada e completar o volume com água destilada.</li></ul>

Fonte: Adaptado (MACÉDO, 2003).

A análise consistiu-se em adicionar 100 mL da amostra da água a um Erlenmeyer de 250mL, com adição de 5g de carbonato de cálcio e 4 gotas de Solução de Cromato de Potássio 5%. A amostra foi titulada com a solução de Nitrato de Prata 0,01 N, até o surgimento de coloração avermelhada persistente.





Figura 8. Análise de cloretos.

Fonte: Elaborado pelo autor

Os cálculos para a obtenção dos valores de cloretos foram obtidos através das equações abaixo, com base na literatura (MACÊDO, 2003). Utilizou-se desse meio com a finalidade de sintetizar os resultados e obtê-lo de forma mais breve. Considerou-se um volume de 100mL de amostra de água e o resultado é expresso por mg/L.

$$x \left( mg \text{ de } \frac{\text{Cloreto}}{L} \right) = \frac{M.V(mL).fc.Eq - gA.1000}{Vamostra} \quad (10)$$

$$x \left( mg \text{ de } \frac{\text{Cloreto}}{L} \right) = \frac{0,01.V(mL).fc.35,45.1000}{100} \quad (11)$$

$$x \left( mg \text{ de } \frac{\text{Cloreto}}{L} \right) = V(mL).3,545.fc \quad (12)$$

Onde:

- $M$  = Concentração do EDTA
- $V$  = Volume gasto de  $\text{AgNO}_3$  na titulação em mL
- $fc$  = Fator de correção do  $\text{AgNO}_3$  (1,000)
- $Eq-gA$  = Massa Molar do Cloreto (35,453 g/mol)
- $V_{amostra}$  = Volume utilizado da amostra analisada em mL

### 3.4 Parâmetros Microbiológicos

#### 3.4.1 Coliformes Termotolerantes e *Escherichia coli*

Para os parâmetros microbiológicos, as amostras foram coletadas próximas às margens da lagoa, utilizando papel ColiPaper da marca AlfaKit. A contagem de coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* (E. Coli) foi realizada de acordo com as instruções do fabricante. O tempo de incubação na estufa era de 15h em temperatura de 37°C.



Figura 9. Análise de coliformes utilizando o Colipaper após estufa

Fonte: Elaborado pelo autor

Para a determinação dos valores de Coliformes Totais e *Escherichia coli* seguiu o procedimento descrito pelo fabricante, o qual instrui a contagem das cores pontuadas na cartela. Os pontos que apresentaram as cores violetas a azuis são os

que apresentam a presença de *Escherichia coli*. Para a determinação da quantificação de Coliformes Totais, os pontos com cores violetas a azuis e os róseos a vermelhos são também são contabilizados. Após a contagem, devem ser multiplicados o número de colônias pelo fator de correção 80, conforme a metodologia. Estes resultados foram expressos em Unidades Formadoras de Colônias por 100 mL (UFC/100mL).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)

A figura 10 indica os valores de pH da coleta da água as margens da área dos banhistas da lagoa de Imboassica. Pode-se verificar que o pH variou de 5,54 a 7,22, encontrando-se os dias 14/07/22, 15/09/22 e 29/09/22 valores acima dos limites estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/2005 para corpos de águas salobras de Classe I, o qual descreve que o intervalo permitido é de 6,5 a 8,5, representadas de vermelho na figura abaixo. (CONAMA, 2005).

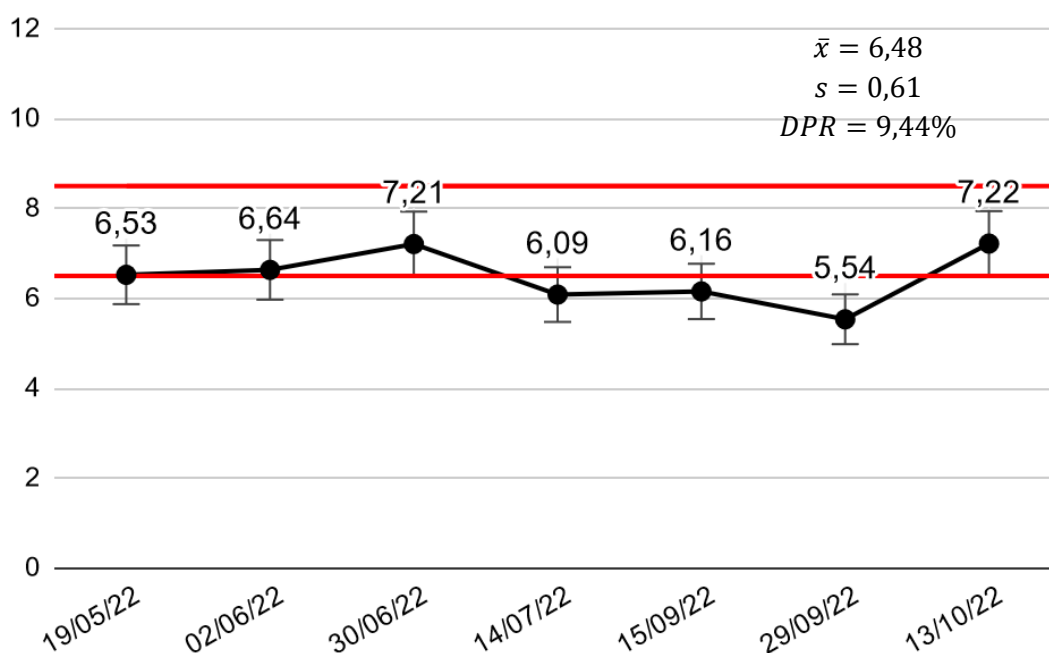


Figura 10. Resultados obtidos nas análises de pH das amostras de água coletadas

Fonte: Elaborado pelo autor

A redução de pH da água pode ser favorecida pelo excesso de matéria orgânica. Isso ocorre devido ao processo de decomposição da matéria orgânica, que libera dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) na água. O  $\text{CO}_2$ , em meio aquoso, pode se dissolver e reagir com a água para formar ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), que é uma substância ácida, contribuindo para a acidificação da água (Marotta et al., 2008).

O que também se explica a redução do pH, é o período de pluviosidade, dado que a qualidade da água de chuva está relacionada com a atmosfera de sua formação,

ou seja, se nas redondezas há áreas industriais e áreas urbanas, entende-se que exista uma maior presença do gás carbônico que forma o ácido carbônico, resultando em água de pH menor (TORDO, 2004).

#### 4.2 Dureza Total

A Tabela 3 e Figura 11 indica os valores de dureza total da água da lagoa de Imboassica. Pode-se verificar que a dureza variou de 85,35 mg/L a 114,93 mg/L. A encontrando-se todos aceitos dos limites estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/2005 para corpos de águas salobras de Classe I (CONAMA, 2005).

Tabela 3. Resultados obtidos nas análises de Dureza Total das amostras de água coletadas

<b>Data</b>	<b>Dureza Total (mg/L)</b>	<b>Desvio Padrão</b>
19/05/22	112,02	3,43
02/06/22	94,08	9,60
30/06/22	104,75	1,37
14/07/22	114,93	2,06
15/09/22	96,51	2,06
29/09/22	104,75	4,11
13/10/22	85,35	4,11

Fonte: Elaborado pelo autor

Em geral, as amostras avaliadas encontram-se de acordo com padrões estabelecidos pelas legislações. Pode-se inferir, então, que a água pode ser classificada com dureza moderada em todas as coletas. A classificação da água como tendo dureza moderada sugere que ela contém uma concentração de minerais dissolvidos, como cálcio e magnésio, que a tornam adequada para consumo humano e para a maioria dos usos industriais.

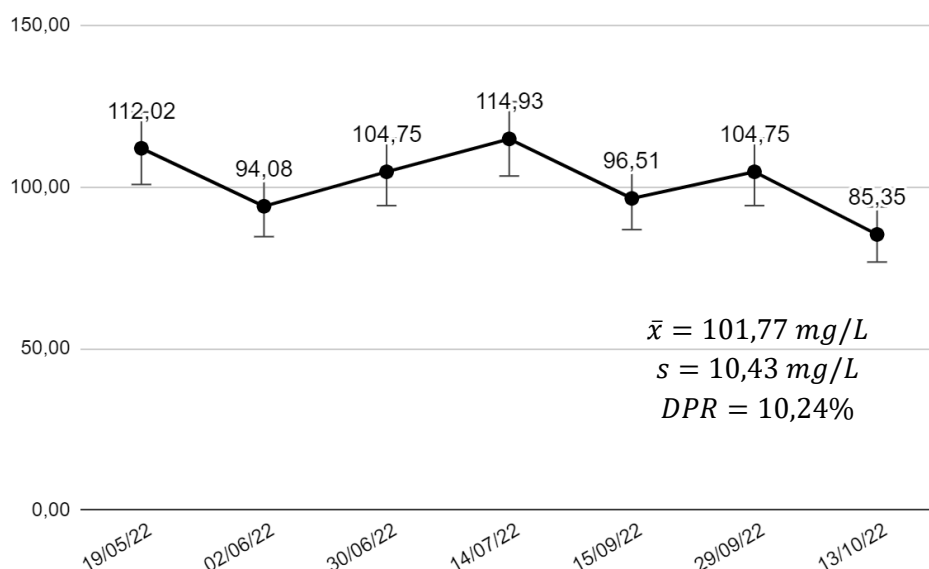


Figura 11. Resultados obtidos nas análises de Dureza Total.

Fonte: Elaborado pelo autor

Embora a dureza da água e o pH sejam características distintas da água, há uma relação indireta entre eles devido à presença de minerais como cálcio e magnésio. A água dura é frequentemente alcalina, porque o cálcio e magnésio são íons alcalinos. Por outro lado, a água mole é caracterizada pela baixa concentração de cálcio e magnésio. Quando esses minerais são removidos da água, podem ser substituídos por íons hidrogênio ( $H^+$ ), que são ácidos. Isso pode resultar em uma tendência de a água mole ter um pH mais baixo, tornando-a mais ácida.

### 4.3 Alcalinidade

Através dos resultados obtido, demonstrados na tabela 4 e figura 12 pode-se observar que os valores de alcalinidade a partir do mês de setembro tendem aumentar, em relações aos outros meses.

Os valores elevados de alcalinidade também estão associados a processos de decomposição da matéria orgânica e à alta taxa respiratória de micro organismos, com liberação e dissolução do gás carbônico ( $CO_2$ ) na água (BRASIL, 2006).

Tabela 4. Resultados obtidos nas análises de Alcalinidade das amostras de água coletadas

<b>Data</b>	<b>Alcalinidade (mg/L)</b>	<b>Desvio Padrão</b>
19/05/22	46,0	1,41
02/06/22	41,3	1,77
30/06/22	38,0	1,41
14/07/22	36,0	1,41
15/09/22	44,5	0,71
29/09/22	51,5	2,12
13/10/22	54,0	1,41

Fonte: Elaborado pelo autor

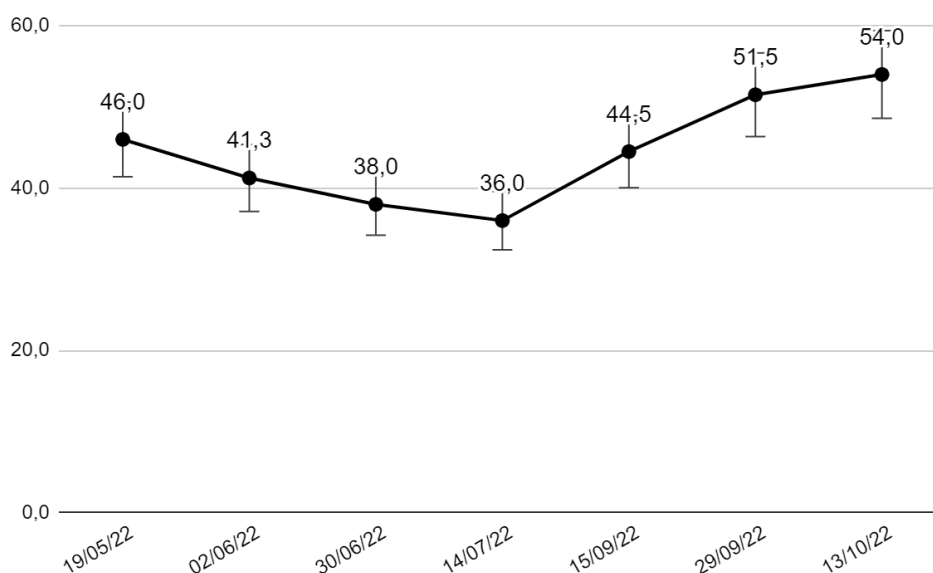


Figura 12. Resultados obtidos nas análises de Alcalinidade.

Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4.4 Ferro Total

É possível observar, dentre os meses analisados, o período de maio a julho se concentra valores mais altos de ferro, como apresentada na tabela 5 e figura 13. Esse período há baixa pluviosidade e maior frequência de banhistas. Da agitação das águas, nos pontos de coleta, é reproduzido uma maior dissolução de Ferro, facilmente perceptível através da turbidez da água.

Tabela 5. Resultados obtidos nas análises de Ferro Total das amostras de água coletadas

Data	Ferro Total (mg/L)	Desvio Padrão
19/05/22	3,11	0,19
02/06/22	2,44	0,38
30/06/22	4,06	0,38
14/07/22	3,52	0,38
15/09/22	2,98	0,38
29/09/22	1,90	0,38
13/10/22	1,35	0,38

Fonte: Elaborado pelo autor

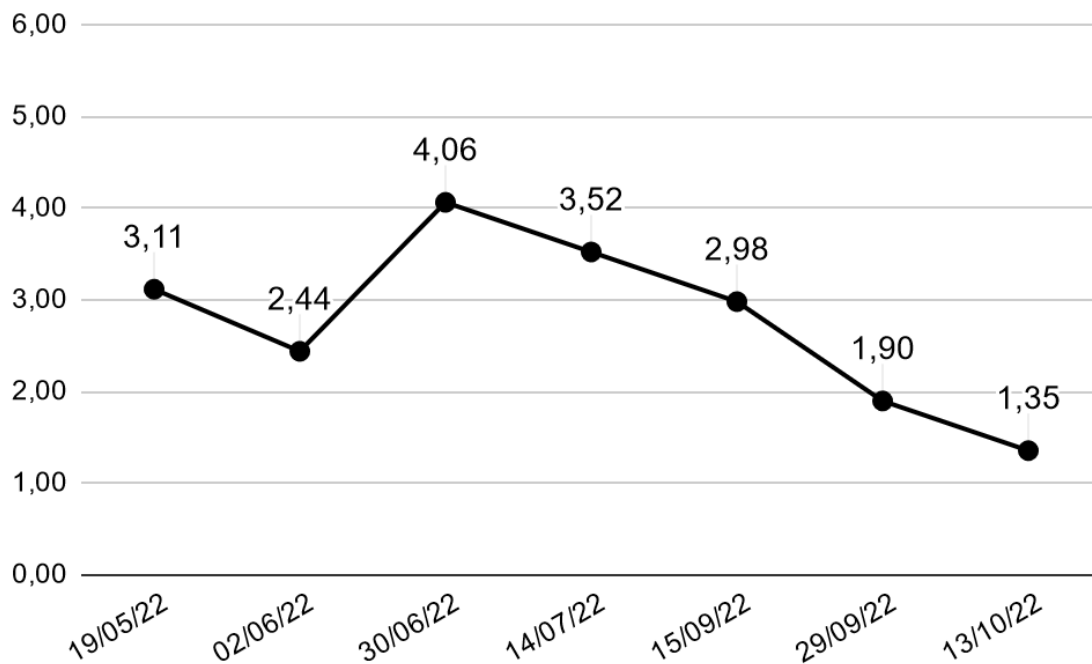


Figura 13. Resultados obtidos nas análises de ferro total.

Fonte: Elaborado pelo autor



O Ferro total não apresenta valores de limites aceitáveis na Resolução do CONAMA, Nº. 357 para corpos de água salobras de Classe 1 (CONAMA, 2005).

#### 4.5 Cloretos

Nas análises de cloretos, as amostras dos meses de setembro e outubro apresentaram um valor um pouco maior de cloretos, quando comparadas às demais amostras, como descreve a tabela 6 e figura 14. O cloreto nos corpos d'água, geralmente, é proveniente da dissolução de minerais ou da intrusão de águas do mar, ou até mesmo de esgotos domésticos (excreção pela urina) ou industriais (OLIVEIRA, 2010).

Tabela 6. Resultados obtidos nas análises de Cloretos das amostras de água coletadas

<b>Data</b>	<b>Cloretos (mg/L)</b>	<b>Desvio Padrão</b>
19/05/22	145,35	0,50
02/06/22	132,05	1,25
30/06/22	138,96	1,00
14/07/22	141,45	1,50
15/09/22	170,34	0,75
29/09/22	175,30	0,25
13/10/22	165,37	1,25

Fonte: Elaborado pelo autor

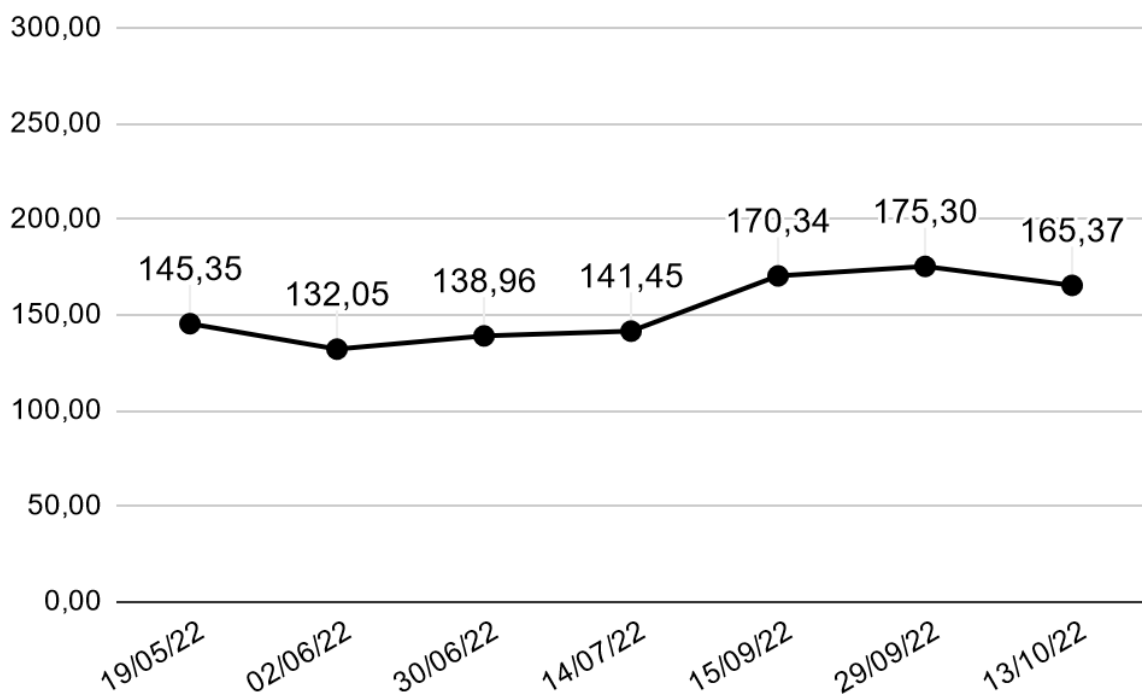


Figura 14. Resultados obtidos nas análises de Cloretos das amostras de água coletadas

Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4.6 Coliformes Totais

Para a determinação de coliformes foram coletadas as amostras em 2 pontos distintos da lagoa, e interessante, os resultados da determinação de Coliformes Totais, apresentados na Tabela 7, indicaram variações bem altas, de 3.440 e 160 em número de colônias por 100mL. Nas duas áreas analisadas foi possível detectar apenas pontos róseas, ou seja, a presença de apenas coliformes fecais na amostra. Em nenhuma delas apresentou a presença de *Escherichia coli*.

Nas margens, após o píer dos pedalinhos, pode-se obter valores de coliformes fecais acima do limite estabelecido pela Resolução Conama nº 357/2005 para um corpo de águas salobras de Classe I, sendo o máximo permitido de até 1.000 100 mL<sup>-1</sup>. Em geral, áreas de margens de lagoas ficam localizadas matérias orgânicas resultado o que se pode explicar o alto valor de coliformes.

Na área de banhista, em frente a costa do mar, o valor de 160 refletiu um valor dentro do limite estabelecido pela Resolução Conama nº 357/2005 para um corpo de

águas salobras de Classe I, tendo em vista que essa água é mais movimentada por ser frequentada por banhistas e ter pequenas ondas.

Cavalcante e colaboradores (Cavalcante, 2014) propuseram que as condições ambientais, como clima, temperatura e disponibilidade de nutrientes podem influenciar diretamente nos valores de coliformes totais e termotolerantes, nas proximidades dos pontos de coleta e esses valores podem variar em poucos dias. Como as 2 coletas, para verificação com ColiPaper, também foram em dias distintos, isso também poderia ter influenciado na abrupta troca de resultados em pontos distintos.

Tabela 7. Resultados obtidos nas análises de Coliformes das amostras de água coletadas

<b>Área</b>	<b>Colônias</b>	<b>Resultado (UFC/100mL)</b>
Margem	43 pontos róseas	<b>3.440</b>
Banhistas	2 pontos róseas	<b>160</b>

Fonte: Elaborado pelo autor

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A água é um bem recurso vital para o nosso planeta, sendo já consolidado como direito fundamental. Em relação à qualidade da água, os parâmetros não só químicos, mas físicos e biológicos são de suma importância estarem de acordo com os parâmetros dados pela legislação. A água de baixa qualidade é responsável por colocar em risco a saúde dos seres vivos. Logo, é responsabilidade assegurar que ela seja utilizada de forma sustentável e segura.

Os resultados obtidos no presente trabalho mostram que a qualidade da água na Lagoa de Imboassica encontram-se em boas condições, visto que os parâmetros analisados de pH, dureza, alcalinidade, ferro, cloretos se mostraram, em sua grande maioria, dentro dos limites aceitáveis estabelecidos pela resolução CONAMA N<sup>o</sup>. 357/2005 em relação aos corpos de águas salobras de Classe 1.

No que tange os resultados dos coliformes totais, foi possível observar que houve grande variação nos dois pontos de coletas analisados. No ponto próximo às margens da lagoa, o valor resultante evidenciou-se acima do limite aceitável estabelecido pela Resolução Conama n<sup>o</sup> 357/2005 para um corpo de águas salobras de Classe I. No entanto, na área de banhista, o resultado indicou um valor aceitável ao limite estabelecido pela mesma resolução. Em ambos os pontos, os resultados não apresentaram a presença de coliformes termotolerantes.

Verificou-se que os métodos de volumetria apresentados no livro Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas são muito úteis para determinação de alguns parâmetros nas análises de qualidade da água, exigindo apenas adaptações de manuseios por parte do operador, e portanto, pode ser uma boa escolha de técnica para o emprego de análise de água. Assim como o ColiPaper se mostrou uma ótima alternativa para análises microbiológicas, dado que é de fácil manuseio e pode ser feito *in loco*.

Em suma, a qualidade da água é um tema complexo e multidisciplinar que requer a colaboração de diversos setores para garantir a segurança hídrica e a proteção do meio ambiente. É fundamental que haja investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação para aprimorar as tecnologias e práticas de gestão da água, visando à preservação dos ecossistemas aquáticos.

## 6. REFERÊNCIAS

ACHON, Cali Laguna; BARROSO, Marcelo Melo; CORDEIRO, João Sérgio. Resíduos de estações de tratamento de água e a ISO 24512: desafio do saneamento brasileiro. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, p. 115-122, 2013.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Anvisa, 2011.

ALVES, Eliane Cristina et al. Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó–Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 30, n. 1, p. 39-48, 2008.

Beraldi, G.Q.F. Distribuição de metais em compartimentos bióticos e abióticos na lagoa de Imboassica (Macaé, RJ). Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Conservação do NUPEM/UFRJ, 87p - 2015.

BRASIL. (1997b) Resolução CONAMA Nº 237 de 19 de dezembro de 1997. Procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental como instrumento de gestão ambiental. Brasil: Ministério do Meio Ambiente.

Brasil. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. Brasília : Funasa, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. **Portaria MS n.º 518/2004** / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005. 28 p. – (Série E. Legislação em Saúde)

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. SBN 85-334-1240-1. 212 p. 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução n. 12, de 19 de junho de 2000. Brasília, 2000.

CAVALCANTE, R.B.L. Ocorrência de *Escherichia coli* em fontes de água e pontos de consumo em uma comunidade rural. *Rev. Ambiente & Água*, Taubaté, v. 9, n. 3, p. 550-558, jul./set., 2014.

CARVALHO, Adriana Rosa; SCHLITTLER, Flávio Henrique Mingante; TORNISIELO, Valdemar Luiz. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. **Química Nova**, v. 23, p. 618-622, 2000.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (Brasil). Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais. Resolução CONAMA n. 357 de 17 de março de 2005.

CUNHA, Helenilza Ferreira Albuquerque et al. Qualidade físico-química e microbiológica de água mineral e padrões da legislação. **Revista Ambiente & Água**, v. 7, p. 155-165, 2012.

FORTES, Ana Carolina Chaves; BARROCAS, Paulo Rubens Guimarães; KLIGERMAN, Débora Cynamon. A vigilância da qualidade da água e o papel da informação na garantia do acesso. **Saúde em Debate**, v. 43, p. 20-34, 2020.

FREITAS, Marcelo Bessa; FREITAS, Carlos Machado de. A vigilância da qualidade da água para consumo humano: desafios e perspectivas para o Sistema Único de Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 10, p. 993-1004, 2005.

JARDIM, P. B., DE MIRANDA GUARDA, V. L. Mata ciliar e qualidade de água em nascentes do município de Ouro Branco, Minas Gerais. Além dos Muros da Universidade: Revista da Cátedra AMDE, 2(2), 2017.

MACÊDO, J. A. B de. Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas. 2. ed. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2003

Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2017.

Moruzzi, Rodrigo Braga; Reali, Marco Antonio Penalva. Oxidação e remoção de ferro e manganês em águas para fins de abastecimento público ou industrial: uma abordagem geral. Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 4, n. 1, p. 29-43, 2012.

NOLASCO, G. M.; GAMA, E. M.; REIS, B. M.; REIS, A. C. P.; GOMES, F. J. S.; MATOS, R. P. Análise da alcalinidade, cloretos, dureza, temperatura e condutividade em amostras de água do município de Almenara/MG. **RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG**, v. 2, n. 2, mai./ago. 2020. ISSN: 2674-9270.

OLIVEIRA, Clélia Nobre de; CAMPOS, Vânia P.; MEDEIROS, Yvonilde Dantas Pinto. Avaliação e identificação de parâmetros importantes para a qualidade de corpos d'água no semiárido baiano. Estudo de caso: bacia hidrográfica do rio Salitre. **Química Nova**, v. 33, p. 1059-1066, 2010.

ROCHA, C. M. B. M. D., RODRIGUES, L. D. S., COSTA, C. C., OLIVEIRA, P. R.D., SILVA, I. J. D., JESUS, É. F. M. D., ROLIM, R. G. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. **Cadernos de Saúde Pública**, 22, 1967-1978, 2006.

SEZERINO, P. H. BENTO, A. P. Qualidade da Água e Controle de Poluição. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 2005.

SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J. Fundamentos de Química Analítica, São Paulo: Pioneira Thomson Learnind, 2012.

SOUZA, Walterler Alves de. Tratamento de água. 2007.

TORDO, Olga Catarina. Caracterização e avaliação do uso de águas de chuva para fins potáveis. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Regional de Blumenau, Blumenau. 2004.

VALONES, G., BARBOSA, I. M. B. R., VALONES, A., TAVARES, R. G., & de ARRUDA, V. C. M. (2018). Remoção de ferro em sistemas e subsistemas de distribuição de água potável em um estado do Nordeste, Brasil. *Revista Geama*, 4(4), 14–19.

VASCONCELOS, N. M. S. Fundamentos de Química Analítica Quantitativa. 2a edição. Fortaleza – Ceará, 2019.

VOGEL, A.I. "Análise Química Quantitativa". Editora Guanabara Koogan S.A., 1992. Rio de Janeiro, RJ.

XAVIER, M. V. S.; QUADROS, H. C.; SILVA, M. S. S. Parâmetros de potabilidade da água para o consumo humano: uma revisão integrativa. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 1, e42511125118, 2022 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409.