

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS  
GERAIS – CAMPUS GOVERNADOR VALADARES

BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

João Victor Maia Aranha

**DIAGNÓSTICO E MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA LAGOA DO  
BAIRRO LAGOA SANTA EM GOVERNADOR VALADARES - MG**

Governador Valadares  
2023

JOÃO VICTOR MAIA ARANHA

**DIAGNÓSTICO E MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA LAGOA DO  
BAIRRO LAGOA SANTA EM GOVERNADOR VALADARES – MG**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária do Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* Governador Valadares para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Orientador: Tonimar Domiciano Arrighi Senra.

Governador Valadares  
2023

JOÃO VICTOR MAIA ARANHA

**DIAGNÓSTICO E MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA LAGOA DO  
BAIRRO LAGOA SANTA EM GOVERNADOR VALADARES – MG**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária do Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* Governador Valadares para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_\_ pela banca examinadora

---

Prof. Dr. Tonimar Domiciano Arrighi Senra – IFMG/GV (Orientador)

---

Prof. Me. Arnaldo Cambraia Neto – IFMG/GV

---

Profª Drª Deyse de Brito Marthe Bertolino – IFMG/GV

## RESUMO

A lagoa do bairro Lagoa Santa em Governador Valadares é um ponto turístico, onde acontecem recreação, práticas de atividades esportivas e pesqueiras, ou seja para a população do seu entorno é um local de enorme importância social e até econômica, pois o local torna-se um atrativo não somente para os moradores locais como também para os turistas. Nesta perspectiva, torna-se necessário o constante monitoramento da qualidade das águas, para que haja maior segurança em seu usufruto, e para isso seu monitoramento é indispensável, tendo em vista a ação antropogênica que estão acontecendo ao redor do local. Para tanto amostras de água da lagoa foram coletadas durante o período de Setembro/2021 a Junho/2022, em três pontos distintos., com o objetivo de determinar e classificar a qualidade da água durante o decorrer dos meses. Os seguintes parâmetros físico-químicos foram analisados (Temperatura, pH, Turbidez, DQO, DBO, Fósforo Total, Sólidos suspensos totais e dissolvidos, Condutividade elétrica e Índice trófico). Os resultados obtidos a partir dos parâmetros físico-químicos avaliados mostraram valores elevados para fósforo total, condutividade, DQO, DBO, turbidez. Ao realizar o enquadramento da água da lagoa com o previsto na Resolução CONAMA 357/2005 e COPAM/CERH-MG 01/2008 temos que a sua classificação enquanto Classe IV/ HIPEREUTRÓFICO. O que reforça principalmente que a qualidade está imprópria para o usufruto da população, e com isso existe uma necessidade do desenvolvimento de ações e políticas públicas municipais para o desenvolvimento de planos de intervenção no local para reestabelecer a qualidade da água da lagoa do bairro lagoa santa no município de Governador Valadares.

**Palavras-chave:** Recurso hídrico; Análise de água; Classificação; Uso da água; Lagoa urbana.

## Abstract

The lagoon in the Lagoa Santa neighborhood in Governador Valadares is a place in the city, where sports are practiced, there happen recreational and fishing activities too, take place, that is, in the surrounding population it is a place of great social and economic importance, as it has become a place, an attraction not only for residents but also for tourists. The activity that continues around the site To this end, water samples were collected from the lake during the period from September/2021 to June/2022, at three different points. The following physical-chemical parameters (Temperature, pH, Turbidity, COD, BOD, Total Phosphorus, Total Suspended Solids from Residues, Electrical Conductivity by Trophic Index). The results obtained in the physical-chemical parameters showed high values for phosphorus, conductivity, COD, BOD, and turbidity. When classifying shallow waters according to CONAMA Resolution 357/2005 and COPAM/CERH-MG 01/2008, we classify them as Class IV/HYPEREUTROPHIC. This confirms that the quality of people is inadequate to enjoy it and with it the need to develop public and municipal activities to develop intervention plans, to restore the water quality of the lagoon in the Santa neighborhood. municipality of Governador Valadares

**Keywords:** Water resources; Water analysis; Classification; Use of the water; An Urban pond.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Relacionamento das análises de sólidos.....	21
<b>Figura 2</b> – Indicação dos pontos de coleta das amostras a serem analisadas na lagoa do Bairro Lagoa Santa no município de Governador Valadares-MG. ....	30
<b>Figura 3</b> - Município de Governador Valadares em comparação com Minas Gerais. ....	32
<b>Figura 4</b> – Grafico com os dados de Precipitação e Temperatura no Espaço Temporal(Setembro de 2021 até Junho 2022).....	33
<b>Figura 5</b> – Área de influência da lagoa. ....	34
<b>Figura 6</b> – Caracterização Temporal do Local de Estudo. ....	35
<b>Figura 7</b> – Comportamento do parâmetro Turbidez no ponto 1 (A), no ponto (B) e no ponto 3 (C), durante o período de setembro/2021 a julho/2022. ....	39
<b>Figura 8</b> – Comportamento do parâmetro Fósforo no ponto 1 (A), no ponto 2 (B) e no ponto 3 (C),durante o período de setembro/2021 a julho/2022. ....	41
<b>Figura 9</b> – Comportamento dos parâmetros no Solidos em suspensão totais e sólidos dissolvidos totais no ponto 1 (A), no ponto 2 (B) e no ponto 3 (C),durante o período de setembro/2021 a julho/2022. ....	43
<b>Figura 10</b> – Comportamento dos parâmetros DQO e DBO no ponto 1 (A), no ponto 2 (B) e no ponto 3 (C), durante o período de setembro/2021 a julho/2022. ....	45

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Classificação das águas doces brasileiras,segundo Conama 357,2005.	15
<b>Tabela 2</b> – Limites dos Parâmetros Analisados Tem em Vista a Realização do Enquadramento nas Classes das Águas Doces, Segundo Conama 357,2005.....	16
<b>Tabela 3</b> – Classificação do estado trófico para Rios. ....	23
<b>Tabela 4</b> – Classificação do estado trófico para reservatórios.....	24
<b>Tabela 5</b> – Classe de estado trófico e suas Características .....	24
<b>Tabela 6</b> – Classificação do IET .....	24
<b>Tabela 7</b> – Parâmetros físico-químicos, metodologia e equipamentos utilizados durante etapa de análise laboratorial. ....	25
<b>Tabela 8</b> – Localização geográfica dos pontos de coleta que serão trabalhados durante execução do projeto de monitoramento da qualidade da água da lagoa do Bairro Lagoa Santa. ....	30
<b>Tabela 9</b> – Resultado da análise de parâmetros físico- químicos (pH,condutividade, temperatura, TDS).....	37
<b>Tabela 10</b> – Análise dos parâmetros pH e conduvidade.....	38
<b>Tabela 11</b> – Pontos que foram utilizados para calculo do índice de Estado Trófico. ....	47
<b>Tabela 12</b> – Classificação da água da lagoa do bairro Lagoa Santa a partir da Resolução CONAMA 357/2005 e COPAM/CERH-MG 01/2008.....	48

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2. OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Objetivos Específicos:.....</b>	<b>14</b>
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 CLASSIFICAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA.....</b>	<b>16</b>
3.2.1. Turbidez.....	17
3.2.2. pH .....	17
3.2.3. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO <sub>5,20</sub> ) .....	18
3.2.4. Demanda química de oxigênio (DQO) .....	18
3.2.5. Fósforo.....	19
3.2.6. Sólidos .....	20
3.2.7. Condutividade .....	21
3.2.8. Temperatura .....	22
3.2.9. Índice Trófico .....	22
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>25</b>
<b>4.1 Procedimento <i>In Situ</i> .....</b>	<b>27</b>
<b>4.2 Pontos de Coleta.....</b>	<b>30</b>
<b>4.3 Análise Laboratorial.....</b>	<b>31</b>
<b>4.4 Cálculo do Índice do Estado Trófico.....</b>	<b>31</b>
<b>5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>32</b>
<b>5.1 Governador Valadares.....</b>	<b>32</b>

<b>5.2 Análise Climatológica no Período de Setembro de 2021 até Junho de 2022 .....</b>	<b>33</b>
<b>5.3. Lagoa.....</b>	<b>33</b>
<b>6. RESULTADOS .....</b>	<b>36</b>
<b>6.1 Determinação dos Parâmetros Físico-Químicos e Microbiológicos da Lagoa Santa. ....</b>	<b>36</b>
<b>6.2 Turbidez .....</b>	<b>39</b>
<b>6.3. Fósforo Total .....</b>	<b>41</b>
<b>6.4. Sólidos em suspensão totais e Sólidos dissolvidos totais .....</b>	<b>43</b>
<b>6.6. DQO e DBO .....</b>	<b>45</b>
<b>6.7.Índice de Estado Trófico.....</b>	<b>47</b>
<b>6.8. Enquadramento da área analisada .....</b>	<b>47</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>49</b>
<b>8. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>51</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O ser humano ao longo de sua história sempre teve como prática provocar alterações do meio/habitat em que está inserido para trazer mais conforto e comodidade para si. Tal comportamento traz uma espécie de segurança fictícia, porque tais alterações podem provocar a médio e longo prazo sérios impactos ao meio ambiente e ao próprio homem (ALBUQUERQUE, 2007).

Nesse mesmo percurso histórico de evolução humana, quanto indivíduo ou sociedade, a água sempre desempenhou um importante papel. Uma vez que boa parte do desenvolvimento econômico de um país e/ou nação se baseia na preservação e correta utilização da água (DICTORO, V. P.; HANAI, F. Y, 2006).

Durante um bom tempo a água foi tida como um recurso inesgotável, e por isso foi utilizada de qualquer forma, sem ter-se uma maior preocupação com a sua preservação ou controle. Tal impressão era devido a grandeza dos mares, rios, represas e lagos existentes o que trazia a ideia de que o recurso hídrico era inesgotável (SOUZA, s.d).

Atualmente já temos situações de conflitos entre povos pelo domínio aquífero, gerando discussões intensas sobre sua divisão que até hoje estão em pautas pelos governantes de diversos países, sobretudo em locais que a escassez desse recurso é sentida de perto, como por exemplo na África e no oriente Médio (PENAR.F.A, s.d).

A água é o bem inorgânico mais abundante no nosso planeta e fundamental para que a maioria das espécies se mantenham vivas. A água distribui-se da seguinte forma 97 % dela se encontram no mar, 2,2% nas geleiras e 0,8% localizam-se em água doce. Pode-se então perceber que uma parte ínfima disponível de água é usado para o abastecimento da população, ressaltando assim a grande importância na preservação dos recursos hídricos da terra (SPERLING, 2005).

O percentual de água doce descrito anteriormente corresponde à 40

milhões de km<sup>3</sup> e, em sua maioria essa quantidade está localizada nas calotas polares e nos glaciares, porém não existe tecnologia para a captação. Além disso, o transporte dessa água para uso das populações ficaria inviável (SUASSUNA, 2004). Logo, do total de água doce disponível para a população é cerca de 100 mil km<sup>3</sup>, ou aproximadamente 0,3%. Sendo estimado que 70% do volume de água são destinados à irrigação, e os outros 30% são destinados as indústrias e ao consumo humano (SUASSUNA, 2004).

Apesar dos números bem preocupantes, temos que se o acesso a água de qualidade fosse igual em todos os países e à toda população a quantidade de água doce disponível no nosso planeta seria suficiente para garantir um abastecimento adequado a todos. Porém a realidade encontrada é bem distante dessa condição ideal e a essa distribuição desigual desse 'recurso tornou-se um grande problema.

Calcula-se que 60% da água são encontrados em apenas nove países, revelando um fato que até na água a diferença econômica torna-se vigente, visto que os outros países tem que distribuir uma quantidade ínfima de água e por conta disso vivem em escassez. (SUASSUNA,2004). Somando a isso temos um crescimento acelerado da população mundial, levando a um aumento da demanda de água, o que vem ocasionando, em várias regiões, problemas de escassez desse recurso ( SUASSUNA,2004)

E o crescimento acelerado da população mundial aumenta exponencialmente o consumo de água, o que vem ocasionando, em várias regiões, problemas de escassez desse recurso. Além disso, o crescimento da demanda de água de boa qualidade tem tendência a se tornar uma das maiores dificuldade para o ser humano, impondo dificuldades e tornando os recursos naturais do planeta uma ferramenta de disputa nas próximas décadas (POWELL, 1995).

Acrescido ao problema da escassez quantitativa, se tem o problema qualitativo porque o grande problema da água não somente é sua escassez quantitativa, mas qualitativa também, porque em muitos países a água chega sem tratamento adequado gerando inúmeras patologias que afetam a saúde local.

Segundo Alexandre Padilha “cada um real investido em saneamento economiza-se quatro em saúde”, revelando-se assim que investir em tratamento e gerenciamento dessa água pode minimizar os problemas geográficos e de escassez pelo mundo.

No Brasil como no resto do mundo a qualidade da água em si, não é somente medida pelo seu instinto de pureza que nela existe, pois deve-se respeitar a suas características físicas, químicas e microbiológicas, dentro dos quais se estabelece parâmetros para seu uso, e se é passível de consumo, visando sua melhor utilização. Por isso, monitorar a qualidade das águas superficiais é um importante instrumento da gestão ambiental, visto que o acompanhamento sistemático dos aspectos qualitativos das águas, visa principalmente informar à comunidade científica, ao público em geral e, principalmente, às diversas instâncias, para que essas tomem estejam cientes da qualidade do corpo d'água e que intercedam para o bem do corpo hídrico e para as futuras gerações. Logo o monitoramento é um dos fatores mais importantes para uma gestão ambiental, uma vez que propicia um diagnóstico apropriado para uma percepção sistemática e integrada da realidade ambiental (JARDIM S., 2006).

Vale ressaltar que algumas legislações aplicáveis no Estado de Minas Gerais e Brasil são a COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008 e a Conama 357 de 17 de março de 2005. As duas normativas são responsáveis por classificar os corpos de água e diretriz ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelecer condições e padrões de lançamento de efluentes. Além de definir alguns parâmetros físico-químicos que devem ser medidos para determinar o padrão de qualidade dos corpos de água. Alguns dos parâmetros são potencial hidrogeniônico (pH), fósforo, condutividade, demanda química de oxigênio (DQO), demanda biológica de oxigênio (DBO), turbidez, sólidos totais e suspensos, e oxigênio dissolvidos.

De acordo com Immanuel Kant “O ser humano é aquilo que a educação faz dele”, portanto o conhecimento da sociedade sobre a condição de bens naturais de uso-fruto da população, deve ser algo pertinente e fonte de estudo para melhor proveito do meio abiótico e biótico. Os parâmetros abordados nesse estudo buscam

classificar e indicar como se deve proceder quanto as condições existentes, que pode acarretar um problema irreversível no futuro, visando sempre informar a sociedade sobre os impactos presentes pelo mal-uso dos recursos naturais.

Como estudo, esse trabalho tem o objetivo de trazer uma análise detalhada da qualidade ambiental da lagoa situada no Bairro Lagoa Santa, localizada no município de Governador Valadares, por meio de avaliações de parâmetros físico-químicos e a comparação com as normativas vigentes, trazendo uma adequada classificação do corpo hídrico existente.

## **2. OBJETIVO GERAL**

Caracterizar e monitorar os principais parâmetros físico-químicos da água da lagoa do bairro Lagoa Santa, do município de Governador Valadares. Além de realizar a classificação do referido corpo hídrico com base na Resolução CONAMA 357 e na determinação do Índice do estado trófico.

### **2.1 Objetivos Específicos:**

- ✓ Caracterizar a área de estudo com relação sua localização geográfica e desenvolvimento antropogênico temporal na região de influência da lagoa.
- ✓ Determinar e quantificar os seguintes parâmetros físico-químicos da água da lagoa (temperatura, pH, condutividade elétrica, turbidez, DQO, DBO, Sólidos suspensos, Sólidos Voláteis, Fósforo reativo).
- ✓ Obter o Índice do Estado Trófico (IET) da lagoa em questão
- ✓ Monitorar ao longo de dez meses os parâmetros físico-químicos da lagoa do bairro Lagoa Santa.
- ✓ Enquadrar o corpo hídrico em uma classe para seu uso.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 CLASSIFICAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

A Resolução CONAMA 357 (2005) e a COPAM-CERH/MG Nº 8, de 21 de novembro de 2022, vieram estabelecer normas sobre os parâmetros dos recursos hídricos. O surgimento desses regulamentos demonstram uma maior preocupação de cunho ambientalmente social, em relações aos aspectos ambientais de áreas que afetariam tanto o ser humano, quanto a flora e fauna local, buscando criar assim indicadores e limitadores que visam melhor perspectiva de avaliação sobre os corpos hídricos, e assim retirando o caráter subjetivos das análises, esses fatores foram criado através de uma união entre especialistas para analisar parâmetros e imputar valores sobre eles. A norma leva em conta a avaliação da água em estado bruto, pois a partir dela faz-se o abastecimento público onde que deve-se passar pelo tratamento adequado antes de chegar ao ser humano.

Em suma, as duas normas que serão utilizadas nesse trabalho, buscam relacionar parâmetros que observam os lançamentos de esgoto doméstico, assim como a avaliação de metais pesados, pesticidas entre outros, que não serão analisados nesse trabalho, ficando escasso esta análise, tendo como princípios uma análise para enquadrar o corpo hídrico em uma classe para seu uso, sendo Classificado mediante alguns parâmetros demonstrados na **Tabela 2**, e dividido em classes segundo a **Tabela 1**:

**Tabela 1** – Classificação das águas doces brasileiras, segundo Conama 357, 2005.

Classes	Principais Usos
Especial:	O Corpo hídrico será destinado: ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e, à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
I	O Corpo hídrico será destinado: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; À proteção das comunidades aquáticas; À recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; 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 a proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

<b>II</b>	O Corpo hidrico será destinado: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; À proteção das comunidades aquáticas; À recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA n° 274, de 2000; À irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e À aqüicultura e à atividade de pesca.
<b>III</b>	O Corpo hidrico será destinado: Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; À irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; À pesca amadora; À recreação de contato secundário; e a dessedentação de animais.
<b>IV</b>	O Corpo hidrico será destinado: A navegação e a harmonia Paisagística

Fonte: Resolução Conama 357,2005.

**Tabela 2 – Limites dos Parâmetros Analisados Tem em Vista a Realização do Enquadramento nas Classes das Águas Doces, Segundo Conama 357,2005.**

<b>Classes</b>	<b>Limites estabelecidos (Conama 357) para o Enquadramento</b>
<b>Especial</b>	O Corpo hidrico de Classe especial, deverá ser mantido as suas Condições Naturais. OD: +10 PH: 6,0 a 9,0 Turbidez: Até 40 NTU Condutividade Eletrica: Até 50 um
<b>I</b>	OD: +10 PH: 6,0 a 9,0 Turbidez: Até 40 NT Condutividade Eletrica: 50 até 75 um
<b>II</b>	OD: +10 PH: 6,0 a 9,0 Turbidez: Até 40 NTU Condutividade Eletrica: 75 até 100 um
<b>III</b>	OD: +10 PH: 6,0 a 9,0 Turbidez: Até 40 NTU Condutividade Eletrica: 100 até 150 um
<b>IV</b>	OD: +10 PH: 6,0 a 9,0 Turbidez: Até 40 NTU Condutividade Eletrica: +150 um

Fonte: Resolução Conama 357,2005.

### **3.2 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA**

A Resolução CONAMA/357 de 2005 e a deliberativa COPAM/CERH-MG 01/2008 estão entre os principais documentos que mencionam quais são os principais parâmetros físico-químicos que devem ser avaliados e analisados quando se busca realizar o enquadramento de um corpo hídrico. Sendo que elas se complementam no

que diz respeito ao processo de classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

Na sequência serão apresentados os principais parâmetros físico-químicos analisados neste trabalho.

### **3.2.1. Turbidez**

A turbidez é um indicador sanitário de grande importância, já que tal parâmetro contribui para a estética da água e leva a sua aceitação ou rejeição de consumo humano (TSEGA *et al.*, 2016; MELO, 2016), apesar de não ser necessariamente um parâmetro de potabilidade (CUNHA *et al.*, 2012). Contudo, devido sua relevância, a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde estabelece que o Valor Máximo Permitido é de 5,0 uT como padrão de aceitação para consumo humano (BRASIL, 2006b; BRASIL, 2011).

A Resolução CONAMA 357 estabelece que para a proteção da vida aquática o pH deve estar entre 6 e 9. A turbidez representa o grau de interferência que água pode sofrer em relação a sua passagem de luz, dando a ela uma aparência mais turva. A turbidez em altos níveis pode ser extremamente desagradável pois os sólidos suspensos podem trazer microrganismos patogênicos, além de reduzir a penetração da luz, prejudicando a fotossíntese. (VON SPERLING, 2005).

### **3.2.2. pH**

A sigla **pH** é o principal referencial para a determinação do nível de acidez de um meio (solo, água, entre outros). Os químicos utilizam este parâmetro para servir como referência para determinar, além da acidez, se um meio é básico ou neutro. Visto que o potencial hidrogeniônico representa principalmente intensidade ácidas ou alcalinas do meio líquido, através da medição do íon H<sup>+</sup>. Por fim a medição do pH tem uma grande importância, pois esse influi na distribuição nas distribuições das formas livres e ionizadas de diversos compostos, e defini o grau de solubilidade e toxicidade dos elementos. (GASPAROTTO, 2011).

O pH pode ser considerado uma das variáveis ambientais mais importantes, e complexas de se interpretar. Tal complexidade é resultante dos inúmeros fatores que podem influenciá-lo, podendo estar relacionado a fontes de poluição difusa ou pontual. (GASPAROTTO, 2011 *apud* MESSIAS, 2008). Logo este parâmetro pode afetar metabolismo das espécies nativas aquáticas. A resolução CONAMA 357 (ANA, 2021). estabelece que para a proteção da vida aquática o pH deve estar entre 6 e 9.

### **3.2.3. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5,20</sub>)**

A DBO medido na água é a quantidade de oxigênio necessária para fazer a oxidação da a matéria orgânica que é feita pela decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável, tendo sua carga expressa em kg/dia. Já por sua vez á DBO é considerada a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, costuma-se contabilizar um período de tempo de 5 dias numa temperatura de incubação de 20°C.A DBO é frequentemente referida como DBO<sub>5,20</sub>, e sua utilização é frequentemente associada ao sistema de tratamento de esgoto,tendo em vista que apos dimensionada é feito estudo que envolvem este parâmetro para verificar se o tratamento é eficaz ou não (Cestesb, 2014).

O aumento da DBO, num corpo d'água, são provocados principalmente por despejos de origem predominantemente orgânica. O alto teor de matéria orgânica provoca o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática, pois um alto valor da DBO pode indicar um aumento da microflora e isso interfere no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e mortandades de peixes. (Cestesb, 2014).

### **3.2.4. Demanda química de oxigênio (DQO)**

A DQO auxiliada pela DBO é um parâmetro indispensável quando citamos a caracterização de esgotos sanitários no local, pois através desses dois parâmetros é possível medir biodegradabilidade dos despejos. Já por sua vez há DQO é capaz de medir a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica de uma amostra por meio de um agente químico, tendo em vista que o seu aumento num

corpo de água se deve principalmente a despejos de origem industrial. (Cestesb, 2014).

A principal diferença com relação ao teste de DBO encontra-se principalmente na oxidação, tendo em vista que no caso da DQO acontece quimicamente e a DBO depende de microrganismos para acontecer, a relação DQO/DBO<sub>5,20</sub> varia em torno de 1,7 e 2,4 em esgotos domésticos brutos, já nos esgotos industriais a relação varia amplamente (VON SPERLING, 2005).

### **3.2.5. Fósforo**

O fósforo na água residuária bruta apresenta-se basicamente nas formas de ortofosfato, polifosfato e por origem orgânica. Os ortofosfatos só estão disponíveis para o metabolismo biológico, não precisando de conversão para as formas mais simples que os difere dos polifosfato. Os ortofosfatos mais detectados na água são o  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  e  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , podendo ser originados de diversas formas, de origem animal e antropogênica. A sua origem natural advém da dissolução de compostos do solo e da decomposição da matéria orgânica, e sua origem antropogênica pode-se ocorrer por conta dos despejos domésticos, despejos industriais, detergentes, excrementos de animais e uso de fertilizantes (VON SPERLING, 2005).

Os polifosfatos são transformados ao longo de seu processo ortofosfatos pelo mecanismo de hidrólise, sendo um processo mais lento, pois os polifosfatos são moléculas mais complexas, formadas com um ou dois mais átomos de fósforo. (VON SPERLING, 2005).

O Fósforo pode-se dividir também quanto sua forma como sólidos, sendo separado como Fósforo solúvel e particulado. (VON SPERLING, 2005).

O Fósforo solúvel é uma análise realizada através da filtração do fósforo total, possibilitando a separação do que é orgânica do inorgânico, sendo somente analisado a fração inorgânica com uma pequena parte da orgânica. Já o fósforo particulado é analisado toda fração orgânico e inorgânico da água. (VON SPERLING, 2005).

A importância de se analisar o fósforo é que ele, é um nutriente essencial para o crescimento dos microrganismos responsáveis pela a estabilização da matéria orgânica, sendo assim essencial para o crescimento da alga, e se seu aumento for muito discrepante pode-se causar a eutrofização de lagos e represas. Em excesso, o fósforo, é considerado um grande poluente de cursos de água, especialmente as águas superficiais, visto que esse nutriente em demasido pode causar a eutrofização que é o enriquecimento excessivo da água, com isso os nutrientes estimulam o crescimento de alga e plantas, podendo prejudicar a utilização da água, pois o consumo de oxigênio naquele corpo hídrico tenderá há aumentar e causará a mortandade de peixes (AGNE *et.al.*, 2012).

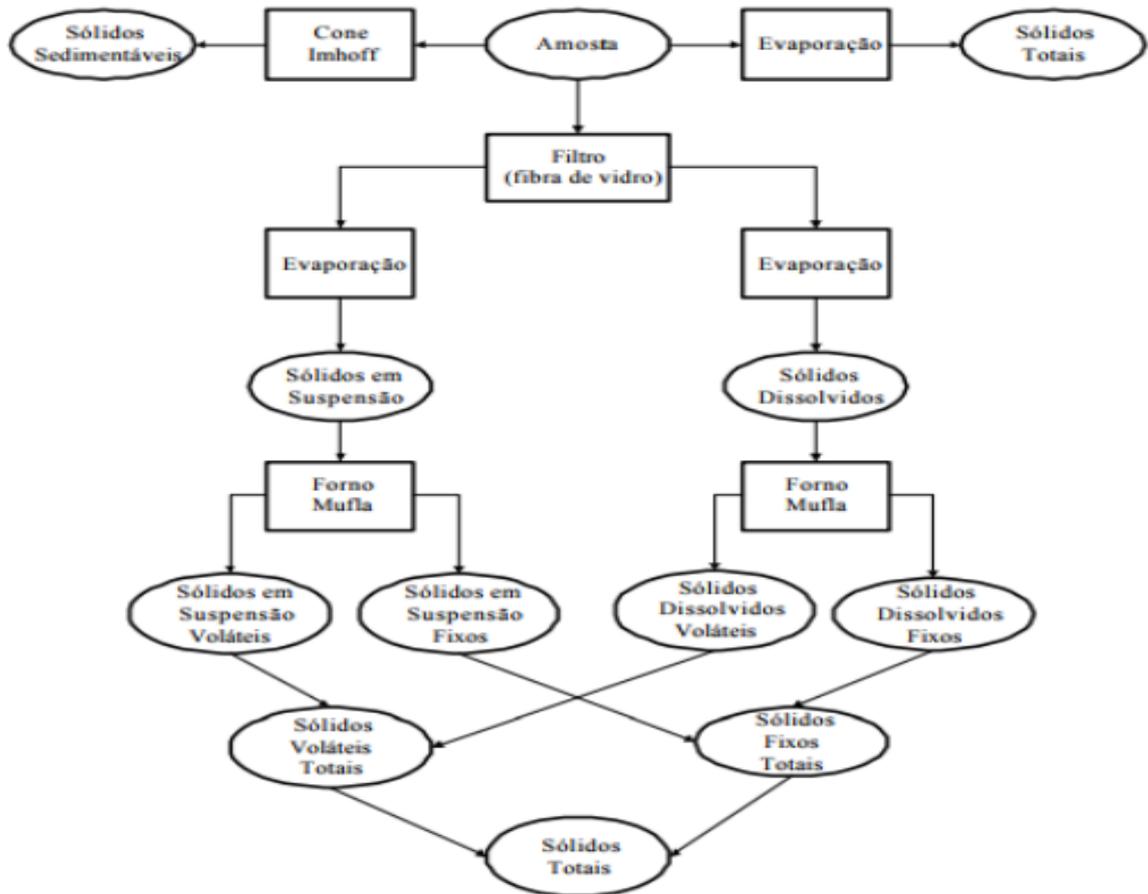
### **3.2.6. Sólidos**

Os sólidos estão completamente ligados a presença de todos os contaminantes com exceção dos gases dissolvidos, e podem ser classificados quanto a seu tamanho e estado, suas características físicas e químicas. (VON SPERLING, 2005).

Os sólidos em suspensão podem ser definidos como uma parcela de partículas que após passar por um processo de filtração ficam retidas no processo. Os sólidos dissolvidos são compostos por partículas com diâmetro inferior a 3-10 $\mu$ m e que após a filtração ainda permanecem na amostra. Logo após o processo de filtração, a amostra é aquecida á uma temperatura elevada 500 °C, a fração que se oxida(volátil), e a que não se oxida(fixa).(Almeida, 2013)

Os sólidos voláteis representam uma estimativa de matéria orgânica e os não voláteis ou fixos representam a parte inorgânica ou mineral. (VON SPERLING, 2005). A existência de sólidos na corpo hídrico podem ser por causas naturais (processos erosivos, orgânicos e detritos orgânicos) ou antropogênicas (lançamento de lixo e esgoto). Ademais os parâmetros de turbidez e os sólidos estão associados, mas não são absolutamente equivalentes. (Almeida, 2013). Na **Figura 1** é demonstrada como ocorre o processo de separação dos sólidos.

**Figura 1 – Relacionamento das análises de sólidos.**



Fonte: Metcalf e Eddy (1991).

### 3.2.7. Condutividade

A condutividade pode ser definida como a quantidade de corrente elétrica que a água transportar, este fato pode ser determinado por uma expressão numérica, no qual depende especificamente da concentração de íons e temperatura, logo a condutividade indica a quantidade de sal na coluna, representando assim uma medida indireta da concentração de poluentes. Em geral, níveis maiores de 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  podem significar um ambiente poluído.

Esse parâmetro é um bom sinalizador de mudanças na composição da água, especialmente em relação às concentrações minerais, mas nenhuma indicação de conteúdo relativo é dada de vários componentes. Além disso, à medida que os sólidos são adicionados na água a condutividade é proporcionalmente, ou seja, valores muito

altos indicam caráter corrosivo do corpo hídrico (CETESB, 2014).

### **3.2.8. Temperatura**

A temperatura pode-se originar-se da transferência de calor por radiação, convecção e condução, sendo que elevadas taxas desse parâmetro, aumentam as taxas de reações físicas, químicas e biológicas, além de aumentar a solubilidade dos gases na água e assim aumentando as taxas de transferência gerando assim mau cheiro e odores desagradáveis (VON SPERLING, 2005). A temperatura é um parâmetro muito importante para os sistemas aquáticos e terrestres, uma vez que os organismos possuem reações diferentes às mudanças deste fator. Tanto na água quanto no ar, altas temperaturas provocam reações adversas nos indivíduos, tais como a desnaturação das proteínas. Em compensação, baixas temperaturas, principalmente para seres dos países tropicais, são prejudiciais, já que possuem pouca reserva de gordura e glicogênio nos músculos (CAMARGO *et al*, 1996).

### **3.2.9. Índice Trófico**

A eutrofização pode ser definido como um processo de enriquecimento da água por nutrientes (nitrogênio e/ou fósforo), e esses em excesso podem causar danos para o sistema aquático. Sendo assim a tarefa de avaliar há eutrofização de um corpo hídrico é essencial para a gestão e conservação dos ecossistemas aquáticos, pois afeta as questões ambientais e socioeconômicas (Silva, 2019).

O índice de estado trófico tem por objetivo classificar o corpo de água em variados tipos de trofia (estado ou contribuição nutritiva), ou seja esse índice avalia a qualidade da água quanto enriquecimento por nutrientes e seus efeitos relacionados ao crescimento de algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas (Cetesb, 2008).

O índice trófico leva em conta três variáveis (Fósforo total, Clorofila e transparência), dos quais para o cálculo é necessário apenas duas primeiras, tendo em vista que os valores de transparência não são representativos para o cálculo de estado de trofia, devido esta poder sofrer alteração devido ao elevado teor de turbidez

que o corpo hidrico (Lampard, 2004).

Os resultados que correspondem ao fósforo, devem ser entendidos como principal medida no que tange a eutrofização, visto que este nutriente age como agente causador do processo. Já o cloro pode ser entendido, como a medida de resposta do corpo hidrico ao agente causador. O Índice do Estado Trófico para o fósforo (IET(PT)) e o Índice do Estado Trófico para a clorofila a (IET(CL)), modificados por Lamparelli (2004), sendo estabelecidos para ambientes lóticos, segundo as equações:

- Ambientes lóticos

$$\text{IET (CL)} = 10 \times (6 - ((-0,7 - 0,6 \times (\ln \text{CL})) / \ln 2)) - 20$$

$$\text{IET (PT)} = 10 \times (6 - ((0,42 - 0,36 \times (\ln \text{PT})) / \ln 2)) - 20$$

- Ambientes lênticos

$$\text{IET (CL)} = 10 \times (6 - ((0,92 - 0,34 \times (\ln \text{CL})) / \ln 2))$$

$$\text{IET (PT)} = 10 \times (6 - (1,77 - 0,42 \times (\ln \text{PT}) / \ln 2))$$

Onde: PT: concentração de fósforo total medida à superfície da água, em  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ; CL: concentração de clorofila a medida à superfície da água, em  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ; ln: logaritmo natural.

As tabela 3 a 6 apresentam os limites estabelecidos para as diferentes classes de trofia para rios e reservatórios.

**Tabela 3** – Classificação do estado trófico para Rios.

<b>Classificação do Estado Trófico(Ambientes lóticos)</b>				
<b>Categoria</b>	<b>Ponderação</b>	<b>Secchi – S (m)</b>	<b>P-Total – P (mg.m³)</b>	<b>Clorofila a (mg.m³)</b>
<b>Ultraoligotrófico</b>	EIT≤47		P≤13	CL≤1,17
<b>oligotrófico</b>	47<IET≤52		13<P≤35	0,74<CL≤1,31
<b>Mesotrófico</b>	52<IET≤59		35<P≤137	1,31<CL≤2,96
<b>Eutrófico</b>	59<IET≤63		137<P≤296	2,96<CL≤4,70
<b>Supereutrófico</b>	63<IET≤67		296<P≤640	4,70<CL≤7,46
<b>Hipereutrófico</b>	IET>67		640<P	7,46<CL

Fonte: Cetesb, 2008.

**Tabela 4 – Classificação do estado trófico para reservatórios.**

<b>Classificação do Estado Trófico(Ambientes lênticos)</b>				
<b>Categoria</b>	<b>Ponderação</b>	<b>Secchi – S (m)</b>	<b>P-Total – P (mg.m³)</b>	<b>Clorofila a (mg.m³)</b>
<b>Ultraoligotrófico</b>	EIT≤47	S≥2,4	P≤8	CL≤1,17
<b>oligotrófico</b>	47<IET≤52	2,4>S≥1,7	8<P≤19	1,17<CL≤3,24
<b>Mesotrófico</b>	52<IET≤59	1,7>S≥1,1	19<P≤52	3,24<CL≤11,03
<b>Eutrófico</b>	59<IET≤63	1,1>S≥63	52<P≤120	11,03<CL≤30,55
<b>Supereutrófico</b>	63<IET≤67	63>S≥67	120<P≤233	30,55<CL≤69,05
<b>Hipereutrófico</b>	IET>67	S>67	233<P	69,05<CL

Fonte: Cetesb, 2008.

**Tabela 5 – Classe de estado trófico e suas Características**

<b>IET</b>	<b>Estado Trófico</b>	<b>Principais Características</b>
EIT≤47	<b>Ultraoligotrófico</b>	Corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água.
47<IET≤52	<b>Oligotrófico</b>	Corpos d'água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes.
52<IET≤59	<b>Mesotrófico</b>	Corpos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
59<IET≤63	<b>Eutrófico</b>	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos.
63<IET≤67	<b>Supereutrófico</b>	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com freqüência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos
IET>67	<b>Hipereutrófico</b>	Corpos d'água que são afetados pelas elevadas quantidades de matéria orgânica e nutrientes, logo comprometendo o seu uso, e podendo provocar florações de algas ou mortandades de peixes.

Fonte: ANA, 2014.

**Tabela 6 – Classificação do IET**

<b>Categoria</b>	<b>Ponderação</b>
<b>Ultraoligotrófico</b>	0,5
<b>oligotrófico</b>	1
<b>Mesotrófico</b>	2
<b>Eutrófico</b>	3
<b>Supereutrófico</b>	4
<b>Hipereutrófico</b>	5

Fonte: Cetesb, 2008.

#### 4. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado na lagoa do bairro Lagoa Santa, localizada no encontro das ruas Bem-Te-Vi, Porto Seguro, Gaivotas e na praça Ari Ferreiras Mattos no município de Governador Valadares – Minas Gerais.

Para execução do projeto foram realizados os seguintes procedimentos:

- 1) As amostras para análise dos parâmetros foram coletadas em um mesmo ponto representativo nos meses de setembro/2021 a julho/2022. As amostras foram retiradas em triplicatas em frascos de vidros específicos.
- 2) Após as coletas os frascos serão acomodados em caixas térmicas e serão encaminhados para o laboratório de Química do IFMG - *campus* Governador Valadares onde terão os parâmetros físico-químicos e biológicos analisados.

A **Tabela 7** traz informações sobre os parâmetros físico-químicos que foram analisados durante os procedimentos laboratoriais a serem desenvolvidos durante a execução deste trabalho.

**Tabela 7** – Parâmetros físico-químicos, metodologia e equipamentos utilizados durante etapa de análise laboratorial.

PARÂMETRO	Materiais e reagentes	Método Analítico
pH	Sonda HQ 40D, béquer de 250 ml, Solução tampão 4,7,10	<b>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater , 22rd Edition. Manual de operação da sonda modelo HQ 40D</b>

<b>Temperatura</b>	Sonda HQ 40D, béquer de 250 ml, Solução tampão 4,7,10	<b>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater</b> , 22rd Edition. Manual de operação da sonda modelo HQ 40D
<b>Condutividade</b>	Sonda HQ 40D e Solução padrão 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	<b>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater</b> , 22rd
<b>Turbidez</b>	Turbidímetro TecnoPON, solução padrão de calibração de 4000 NTU, béquer de 250 ml	<b>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater</b> , 22rd Edition. Manual de operação do Turbidímetro TecnoPON.
<b>Oxigênio Dissolvido</b>	Sonda	<b>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater</b> , 22rd Edition. Manual de operação do Turbidímetro TecnoPON.
<b>Fósforo(totais)</b>	Espectrofotômetro Hach DR 3900, reator DR 200, kit de nitrogênio Hach, pipeta semi automática de 0-1 ml, ponteira descartável para pipeta semi automática, béquer de 250 ml, frasco de coleta de polietileno 1000 ml, luva de látex	<b>Método 10072, HACH. Manual de operação do espectrofotômetro HACH DR 3900.</b>
<b>DQO</b>	Bloco reator para DQO a 150 °C, espectrofotômetro DR3900, Tubos de DQO 16X10 mm com tampa rosqueável, Micro-pipeta de volume variado de capacidade de 5 ml, Balões volumétricos, Béquer de 250 ml, Papel absorvente, Bastão de vidro ou imantado, agitador magnético, Suporte para tubos de ensaio.	<b>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater</b> , 22rd Edition. Manual de operação do Turbidímetro TecnoPON.

<p style="text-align: center;"><b>DBO</b></p>	<p>Béquer de 500 ml, Bastão de vidro, Frasco para coleta de amostra, Recipiente coletor, Eléctrodo de PH, Sonda Multi paramétrica HQ40D, Água desmineralizada, papel lenço macio, Pissete, aparelho básico de DBO5, com suporte integrado para garrafas, incubadora de DBO operado em temperatura de 20°C, agitador magnético, frascos de DBO âmbar, Balões volumétricos, provetas, pipetas volumétricas de 1,2 , 5, 10 ml, Bastão magnético, Solução inibidora de nitrificação, Solução de hidróxido de potássio, Solução tampão de fosfato, Solução de cloreto de cálcio, Solução de cloreto férrico, Solução de Hidróxido de sódio de 1,0 N, Solução padrão de DBO5.</p>	<p><b>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater , 22rd Edition. Manual de operação do Turbidímetro Tecnocon.</b></p>
<p style="text-align: center;"><b>Totais de sólidos suspensos</b></p>	<p>Béquer de 500 ml, Bastão de vidro, Frasco para coleta de amostra, Recipiente coletor, Cápsula de porcelana 90 a 150 ml, Banho Maria., Estufa de secagem, Mufla, Pissete, Membrana filtrante AP40 , Kitazato, Bomba de vácuo, Balança analítica de precisão, Dissecador, Pinça metálica, Proveta de vidro de 100 ml, Membrana fibra de vidro AP40</p>	<p><b>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater , 22rd Edition. Manual de operação do Turbidímetro Tecnocon.</b></p>
<p style="text-align: center;"><b>Totais de sólidos voláteis</b></p>	<p>Béquer de 500 ml, Bastão de vidro, Frasco para coleta de amostra, Recipiente coletor, Capsula de porcelana 90 a 150 ml, Banho Maria., Estufa de secagem, Mufla, Pissete, Membrana filtrante AP40 , Kitazato, Bomba de vácuo, Balança analítica de precisão, Dessecador, Pinça metálica, Proveta de vidro de 100 ml, Membrana fibra de vidro AP40</p>	<p><b>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater , 22rd Edition. Manual de operação do Turbidímetro Tecnocon.</b></p>

Fonte: Autoria Propria.

#### 4.1 Procedimento *In Situ*

Ao chegar no local de análise/monitoramento foram realizados os seguintes procedimentos, os quais foram repetidos em cada ponto de coleta.

Passo 1- Para coleta da amostra foi utilizado um vasilhame de inox; o qual foi

jogado na lagoa para retirar um determinado volume de água que foi considerado como amostra a ser analisada;

Passo 2 – Amostra coletada foi transferida para um vasilhame de plástico e um âmbar para a análise microbiológica;

Passo 3 – Novamente um certo volume de água da lagoa foi coletado utilizando o mesmo vasilhame de inox;

Passo 4 – Realizado análise de alguns parâmetros *in situ* utilizando a Sonda HQ 40D, tais como pH, condutividade e oxigênio dissolvido;

Passo 5 – Foram realizadas anotações dos resultados encontrados dos parâmetros medidos *in situ*, além de registrar também informações tais como temperatura e data do dia, e outras informações climatológicas relevantes.

A **Figura 2** ilustra a realização dos procedimentos de coleta *in situ* mencionados acima.

**Figura 2** – Recolhimento da amostra para o vasilhame de plástico (A e B), Análises realizadas utilizando a sonda HQ 40D (C e D).



(A)



(B)



(C)



(D)

Fonte: Autoria própria.

## 4.2 Pontos de Coleta

Os pontos escolhidos para coleta, foram definidos perante uma observação do local de influência, visto que eles estão bem distantes um do outro e localiza-se em áreas que são de grande utilização da população, na **Figura 2** a indicação dos locais de coleta.

**Tabela 8** encontram-se os pontos georreferenciados, e na **Figura 2** a indicação dos locais de coleta.

**Tabela 8** – Localização geográfica dos pontos de coleta que serão trabalhados durante execução do projeto de monitoramento da qualidade da água da lagoa do Bairro Lagoa Santa.

Pontos	Latitude	Longitude
Ponto 1	18°50'39''S	41°57'50''
Ponto 2	18°50'42''S	41°57'53''
Ponto 3	18°50'44''S	41°57'50''

Fonte: Autoria própria.

**Figura 2** – Indicação dos pontos de coleta das amostras a serem analisadas na lagoa do Bairro Lagoa Santa no município de Governador Valadares-MG.



Fonte: GOOGLE MAPS.

### **4.3 Análise Laboratorial**

As amostras coletadas foram armazenadas em vasilhames adequados, e então encaminhadas ao campus do Instituto federal de Minas Gerais, onde foram realizadas as etapas das análises dos parâmetros de turbidez, fósforo total reativo, DQO, DBO, sólidos suspensos e sólidos voláteis.

### **4.4 Cálculo do Índice do Estado Trófico**

Para o cálculo da variável fosfato total, levou-se em conta a seguinte formulação:

$$\text{IET (PT)} = 10 \times (6 - (1,77 - 0,42 \times (\ln \text{PT}) / \ln 2))$$

Onde: PT: Fósforo Total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) e IET: Índice do Estado Trófico

## 5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

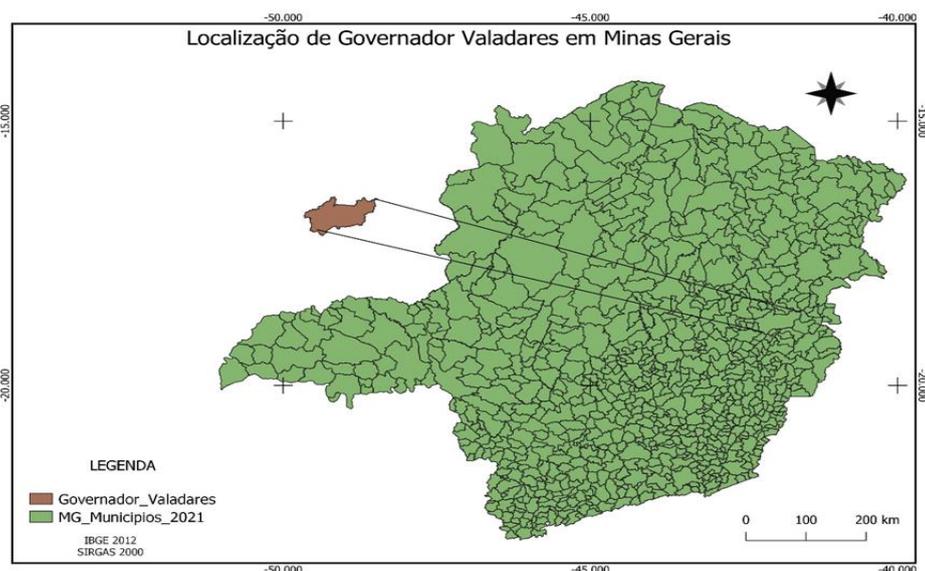
A caracterização da área de estudo foi feita através de softwares de georreferenciamento como (*Qgis* e *Google Earth*) e também visitas em campo realizadas durante os meses de setembro/2021 a junho/2022.

Os softwares foram de extrema importância para reconhecer o uso e ocupação ao entorno da lagoa, definindo assim uma zona de influencia daquela área, e dos pontos de coleta.

### 5.1 Governador Valadares

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município de Governador Valadares localiza-se nas coordenadas geográficas de latitude 18°95'S e longitude 41°94'W, na região Leste de Minas Gerais, com uma área de 2.355 km<sup>2</sup>, altitude média de 140 metros e uma população de 263.689 habitantes (IBGE, 2010). Além disso, o município localiza-se, ainda, na microrregião de Governador Valadares, que, por sua vez, está inserida na mesorregião do Vale do Rio Doce. Na **Figura 3** demonstra a localização do município mediante a região de Minas Gerais.

**Figura 3** - Município de Governador Valadares em comparação com Minas Gerais.

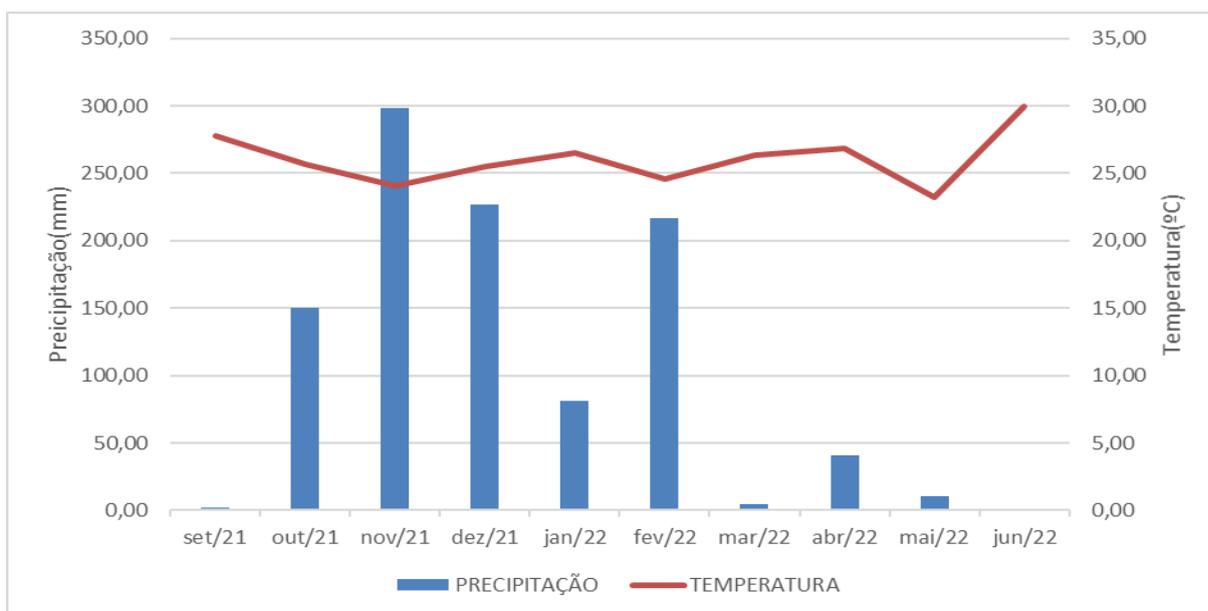


Fonte: Autoria própria.

## 5.2 Análise Climatológica no Período de Setembro de 2021 até Junho de 2022

A **Figura 4** apresenta o comportamento dos componentes hídricos de Governador Valadares no período de setembro de 2021 até junho de 2022.

**Figura 4** – Gráfico com os dados de Precipitação e Temperatura no Espaço Temporal(Setembro de 2021 até Junho 2022).



Fonte:INMET.

De acordo com os dados apresentados os meses mais chuvosos são: novembro, dezembro e fevereiro. Essa diferença decorre da grande variabilidade temporal da distribuição das chuvas. O pico ultrapassa de pouco os 200 mm acumulados em um mês.

Em relação a temperatura no período ocorreu um grande decréscimo de outubro(2021)até fevereiro(2022), devido ao período chuvoso, causando um aumento na umidade relativa do ar.

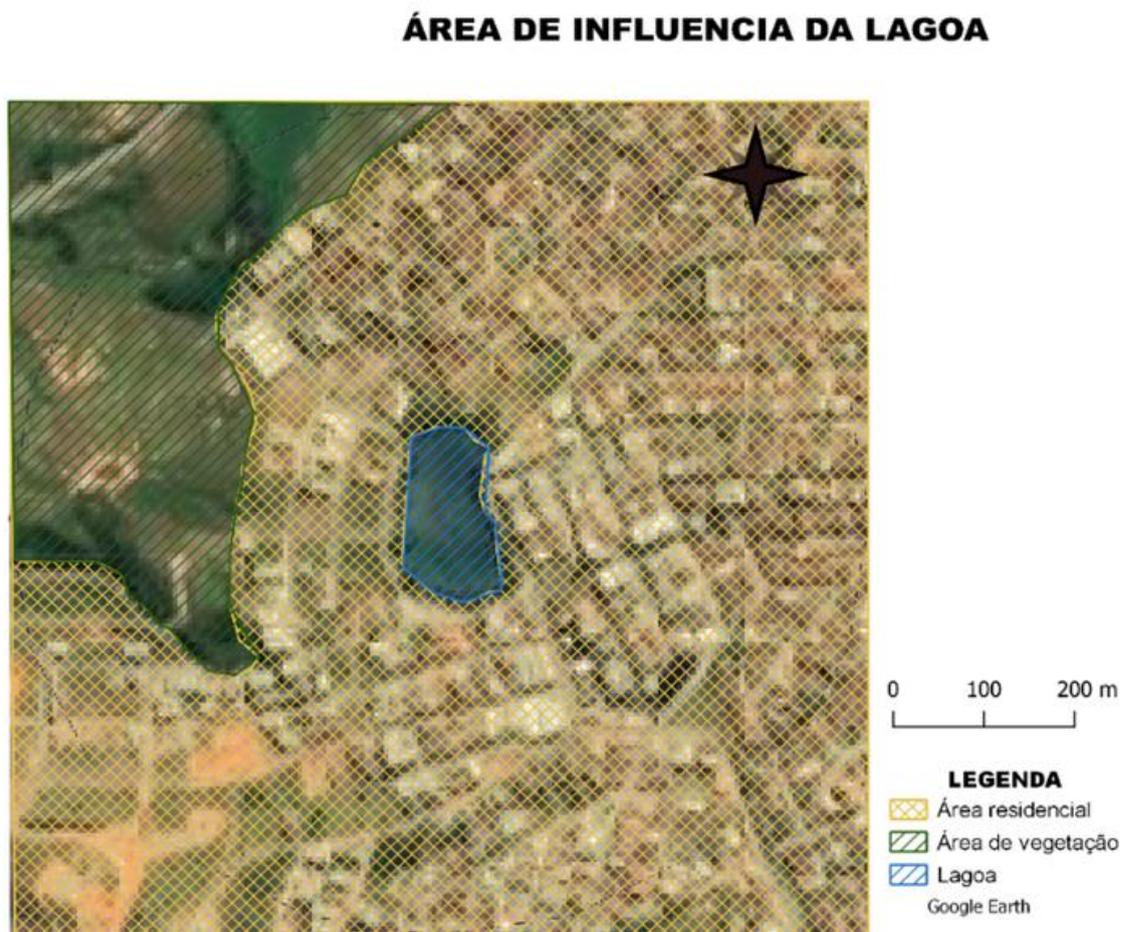
## 5.3. Lagoa

O objeto de estudo desse trabalho localiza-se no bairro Lagoa Santa, e está inserido nas interseção das coordenadas geográficas de latitude 18'52'14"S e longitude 41'58'16"W , com uma área de 13.940 Metros<sup>2</sup> (1,39 Hectares), envolto de áreas residenciais, além disso é uma região de turismo e de uso constante dos

habitantes locais para a pratica de atividades pesqueiras, lazer, festas.

Na **Figura 5** é demonstrado uma área de influencia da lagoa em um raio de 500 metros.

**Figura 5** – Área de influência da lagoa.



**Fonte:** Autoria própria.

Onde pode-se perceber a enorme influência da região de estudo na comunidade local, tendo em vista que é demonstrado que o recinto é uma região residencial em expansão, além disso o local de estudo é utilizado como lazer de pescadores e moradores da região, sendo uma área nobre da cidade.

Já a **Figura 6** demonstra a influencia antrópica no período de 2003 a 2022.

**Figura 6** – Caracterização Temporal do Local de Estudo.



Fonte: Google Earth.

De acordo com a **Figura 6**, pode-se perceber que no período dos últimos 19 anos houveram grandes mudanças no local de pesquisa, como também em seu entorno. Apesar disso pelas imagens demonstradas vimos que o local de estudo foi reflorestado, apesar do aumento exponencial da ocupação antropica. Portanto a partir das imagens apresentadas constata-se uma influencia positiva, tendo em vista que ao redor do local encontra-se uma vegetação que foi adicionada ao longo do tempo.

## **6. RESULTADOS**

O presente projeto buscou analisar a qualidade da água da lagoa do bairro lagoa santa, que é utilizada pela população para diversas atividades e desta forma, encontrar água com parâmetros físico-químicos e microbiológicos, aceitáveis para tal uso.

### **6.1 Determinação dos Parâmetros Físico-Químicos e Microbiológicos da Lagoa Santa.**

Durante o período de setembro/2021 a julho/2022 foram realizadas um total de dez campanhas para coleta de amostra de água da Lagoa Santa, sendo que todas as análises foram realizadas em triplicata e no período matutino, contendo uma diferença de no máximo duas horas de intervalo entre amostragens .

Os resultados encontrados para os parâmetros físico-químicos e microbiológicos avaliados são apresentados na **Tabela 9**.

**Tabela 9 – Resultado da análise de parâmetros físico- químicos (pH,condutividade, temperatura, TDS).**

Resultados												
Parâmetros	pH			Condutividade ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ )			Temp ( $^{\circ}\text{C}$ )			TDS.Sonda		
Data	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
<b>29/09/2021</b>	8,43	9,01	9,04	282	282	273	27,1	28,5	27,6	135,2	132,4	132,4
<b>28/10/2021</b>	8,77	8,93	7,9	229	227	221	28	27,8	27,7	108,6	110	110
<b>25/11/2021</b>	6,28	6,23	6,22	219	209	208	27,1	28,2	28,2	105,6	102,2	102,2
<b>15/12/2021</b>	7,33	8,37	9,07	230	223	223	28,3	28,6	29	100,7	96,6	96,6
<b>27/01/2022</b>	7,23	8	7,92	258	260	254	27,8	28,7	28,5	122,2	122,5	122,5
<b>23/02/2022</b>	7,22	7,13	7,07	211	182	191	26,9	27,3	27,9	99,2	81,7	81,7
<b>29/03/2022</b>	7,54	7,62	7,47	322	319	314	27,4	27,9	27,7	152,8	149,9	149,9
<b>27/04/2022</b>	7,31	6,63	6,63	267	251	255	25,3	26,2	25,7	126,6	118	118
<b>26/05/2022</b>	7,61	8,18	7,97	299	301	223	23,1	25	22,7	144,5	144,1	144,1
<b>30/06/2022</b>	8,31	7,94	8,31	307	312	307	20,2	22,3	21	147,4	149	149
<b>Média</b>	7,60	7,80	7,76	262,40	256,60	246,90	26,12	27,05	26,60	124,28	120,64	120,64

Fonte:Autoria Propria.

A partir da **Tabela 9** pode-se observar que no ponto 1, a temperatura da água durante o período de análise ficou em média  $26 \pm 2$ , sendo assim condizente com a temperatura média para o município de Governador Valadares para a época do ano analisada. Além disso temos que os valores de pH apresentaram valores abaixo de 9, e em média não ultrapassaram o limite máximo definidos pela Resolução CONAMA 357. O parâmetro condutividade elétrica variou de 211 até  $307 \text{ Us.cm}^{-1}$ , o que classificaria a água dentro da classe IV definidos na resolução CONAMA 357.

Já o ponto 2, a temperatura da água durante o período de análise ficou em média  $22,3 \pm 6,2$ , abaixo da temperatura média para o município de Governador Valadares para a época do ano analisada. Além disso temos que em suma maioria os valores de pH apresentaram valores abaixo de 9 e em média não ultrapassaram o limite máximo definidos pela Resolução CONAMA 357. Já o parâmetro condutividade elétrica variou de 182 até  $319 \text{ uS/cm}$ , o que classificaria a água dentro da classe definidos na resolução CONAMA 357.

Enquanto que no ponto 3, O ponto 3, a temperatura da água durante o período de análise ficou em média  $21 \pm 8$ , abaixo da temperatura média para o município de Governador Valadares para a época do ano analisada. Além disso temos que em suma maioria os valores de pH apresentaram valores abaixo de 9, e em média não ultrapassaram o limite máximo definidos pela Resolução CONAMA 357. Já o parâmetro Condutividade elétrica variou de 191 até  $314 \text{ uS/cm}$ , o que classificaria a água dentro da classe IV definidos na resolução CONAMA 357.

Conclui-se portanto que todos os três pontos apresentaram comportamentos parecidos e portanto concluiu-se a partir da tabela abaixo, que a água do corpo hídrico da lagoa analisado enquadra-se como Classe IV, com relação à condutividade (**Tabela 10**).

**Tabela 10** – Análise dos parâmetros pH e conduvidade.

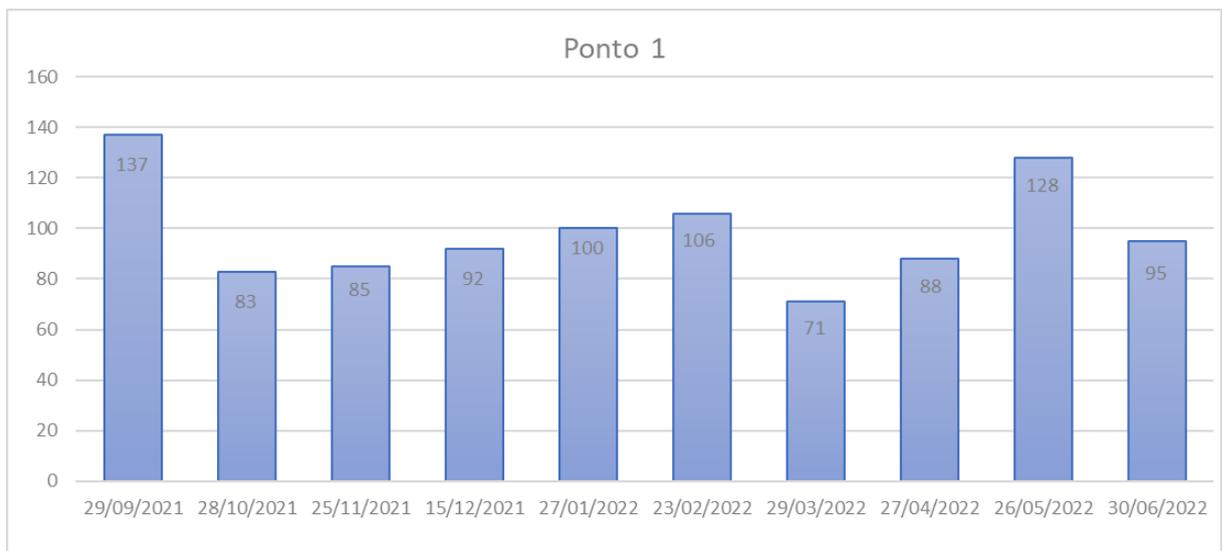
<b>Análise dos resultados</b>	
pH	Não ultrapassou o limite máximo( 6 a 9)
Condutividade	Classe IV

Fonte: Autoria Propria.

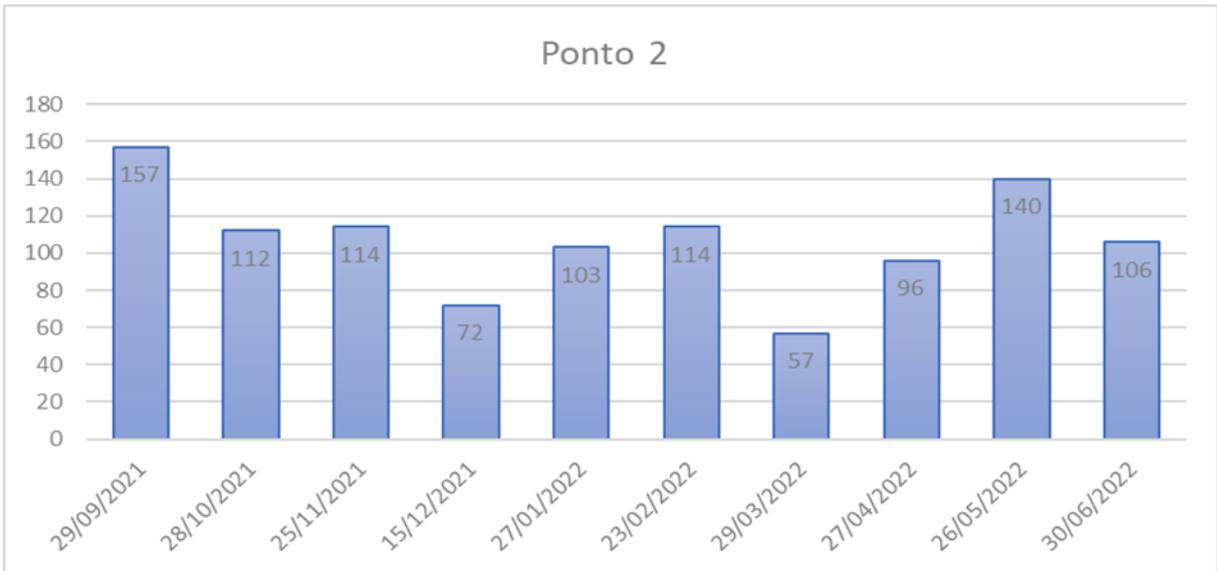
## 6.2 Turbidez

Na análise do parâmetro turbidez foi possível observar que os seus valores variaram de 57 NTUs até 196 NTUs durante o período de acompanhamento. A turbidez é um parâmetro que pode estar relacionado com a agitação de partículas que pode alterar a penetração de luz na água, podendo ser classificada como fontes de poluição comprometendo a estética da água ou contribuir escondendo bactérias e elementos químicos em laminolas de argilas. A **Figura 7** mostram a evolução deste parâmetro durante os meses de setembro/2021 a julho/2022.

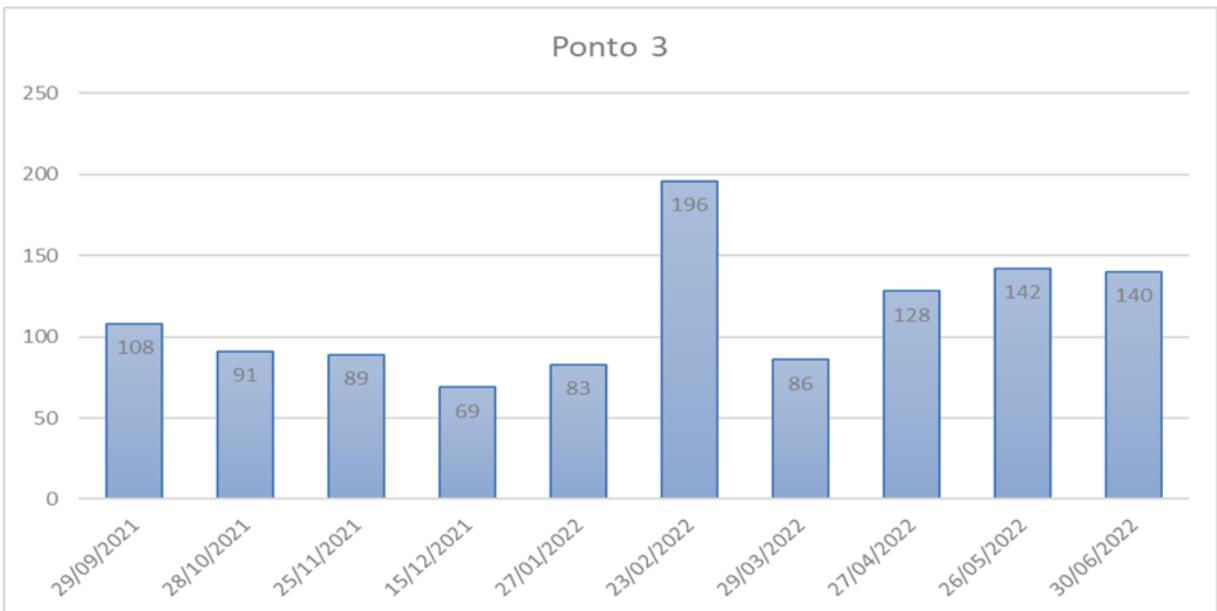
**Figura 7** – Comportamento do parâmetro Turbidez no ponto 1 (A), no ponto (B) e no ponto 3 (C), durante o período de setembro/2021 a julho/2022.



(A)



(B)



(C)

Fonte: Autoria própria.

A partir da **Figura 7A-7C** pode-se observar que o parâmetro Turbidez nos pontos 1, 2 e 3 apresentou uma grande variação tendo um pico no mês de setembro de 2021 e caindo em outubro e voltando a crescer novamente até o mês de fevereiro,

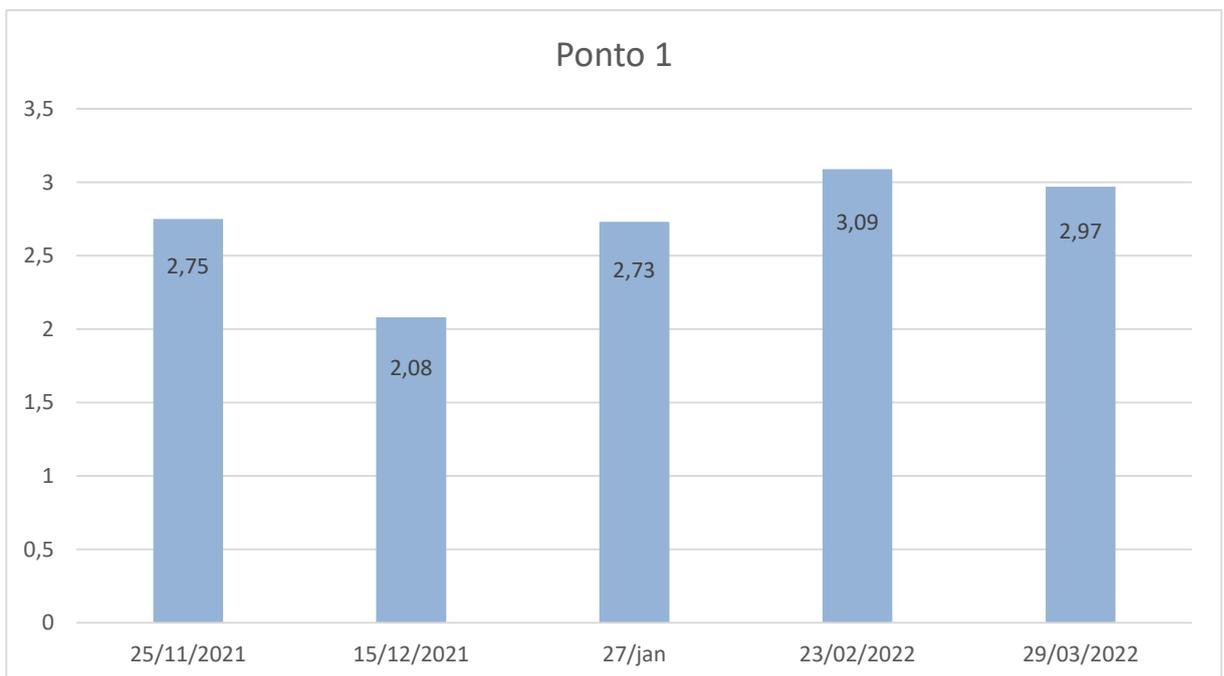
onde este mesmo fenômeno acontece. Mas apesar disso em média podemos perceber que os valores de turbidez da lagoa do santa estiveram acima dos 100 NTU, o que a enquadra dentro da Classe IV, conforme resolução CONAMA 357.

### 6.3. Fósforo Total

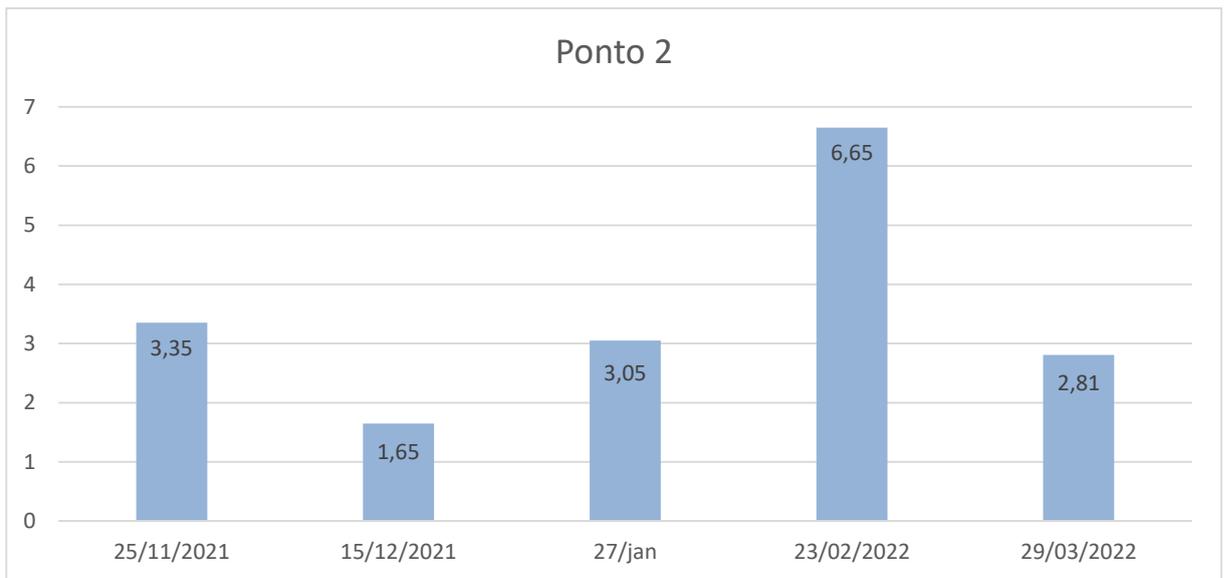
Na análise do parâmetro fósforo foi possível observar que os valores encontrados tiveram uma variação de 1,49 mg/L a 6,65 mg/L no período de acompanhamento, valendo-se ressaltar que houve mudanças de metodologia ao longo do processo, por isso algumas amostragens foram descartadas.

A **Figura 8** mostra a evolução deste parâmetro durante os meses de setembro/2021 a julho/2022.

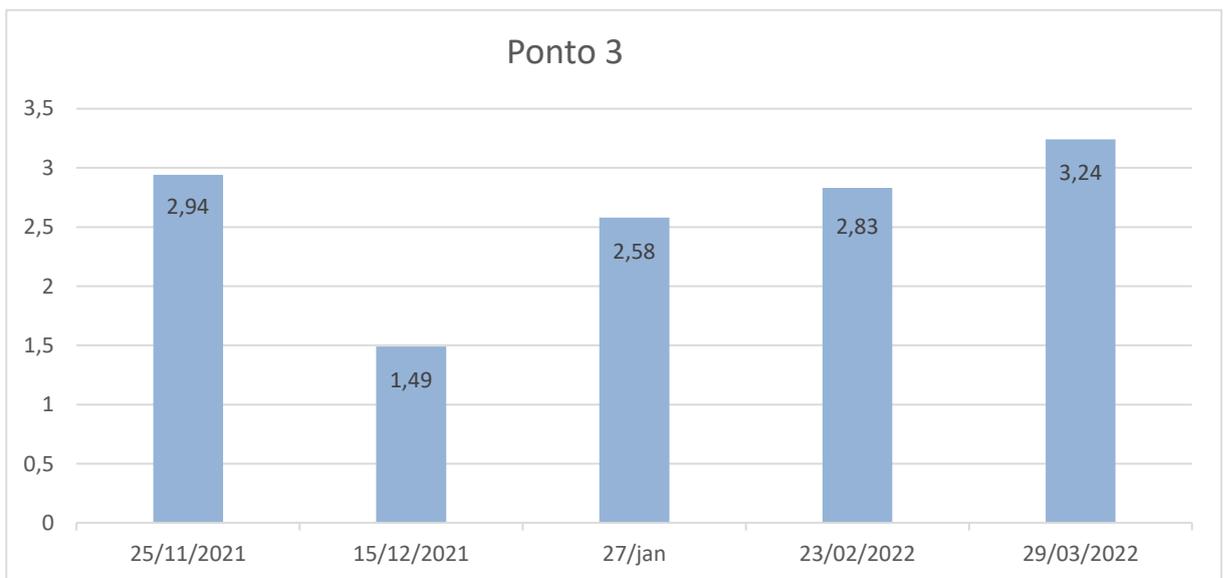
**Figura 8** – Comportamento do parâmetro Fósforo no ponto 1 (A), no ponto 2 (B) e no ponto 3 (C), durante o período de setembro/2021 a julho/2022.



(A)



(B)



(C)

Fonte: Autoria própria.

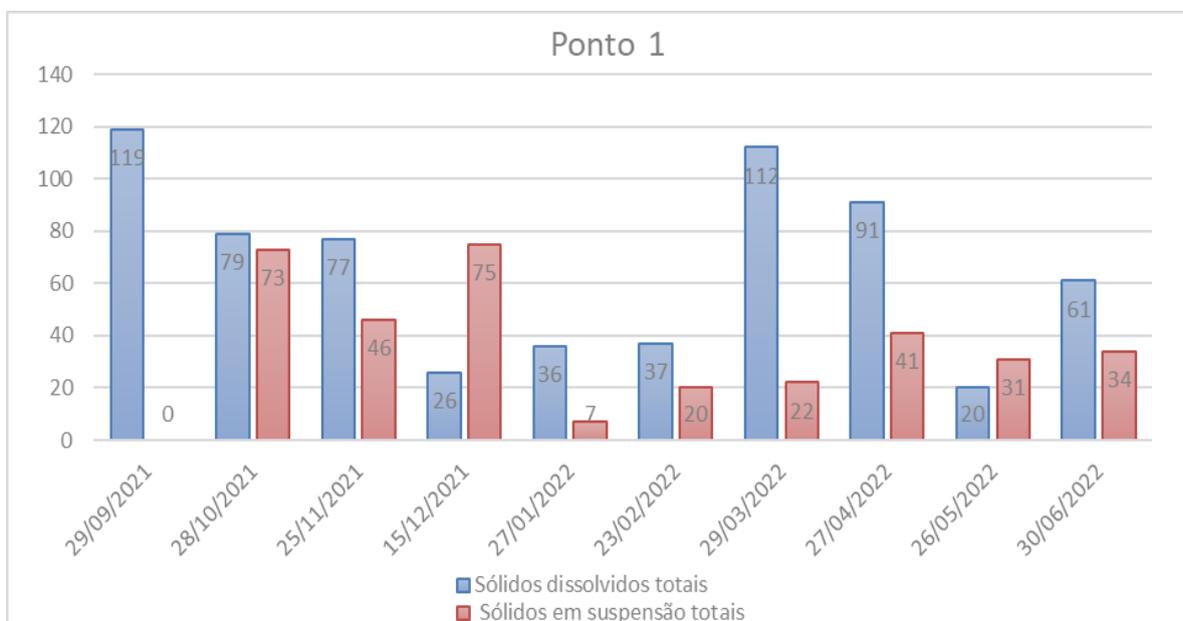
A partir das **Figuras 8A – 8C** pode-se observar que nos pontos 1,2 e 3 o parâmetro ficou acima dos 0,05 durante todas as amostragens, tendo um aumento exponencial na coleta do dia 26 de maio de 2022. Bem acima dos níveis críticos previstos pela legislação CONAMA, 2005, que prevê o limite máximo de 0,03 para ambientes lenticos e 0,05 mg/L para ambientes intermediários, logo os resultados apresentados estão acima do permitido pela norma.

#### 6.4. Sólidos em suspensão totais e Sólidos dissolvidos totais

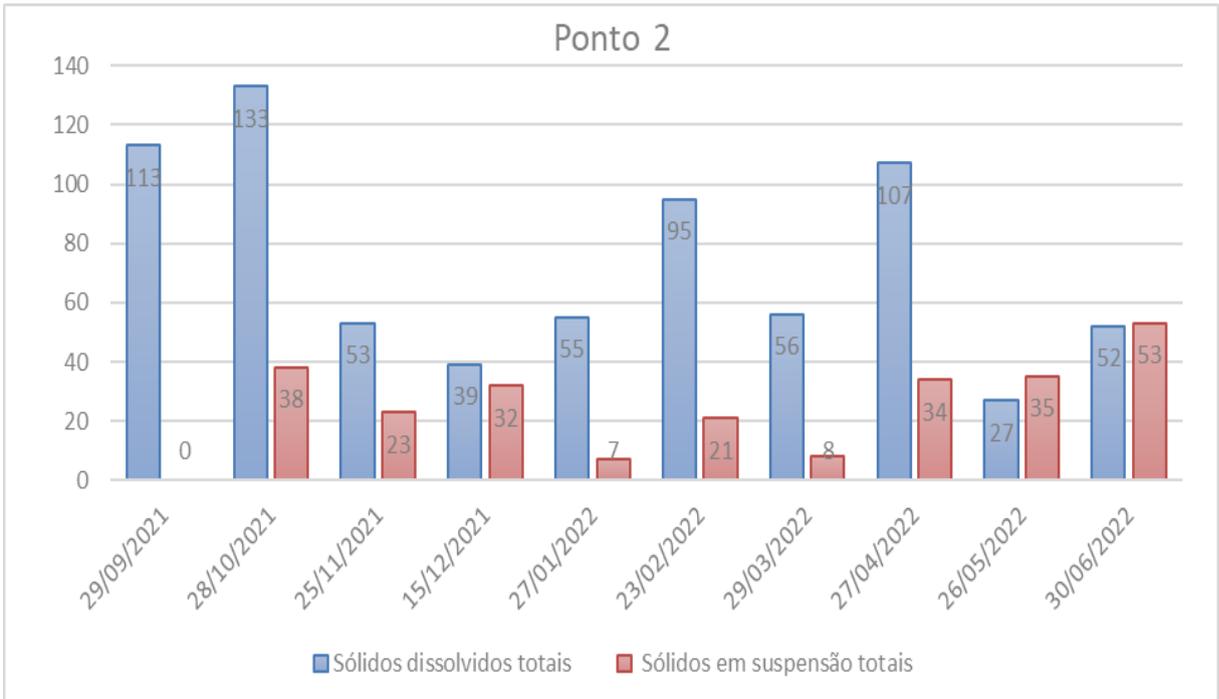
Na análise dos parâmetros sólidos em suspensão totais e sólidos dissolvidos totais foi possível observar respectivamente que os valores encontrados tiveram uma variação de 7 mg/L a 75 mg/L, e de 20mg/L a 133 mg/L no período de acompanhamento.

A **Figura 9** mostra a evolução deste parâmetro durante os meses de setembro/2021 a julho/2022.

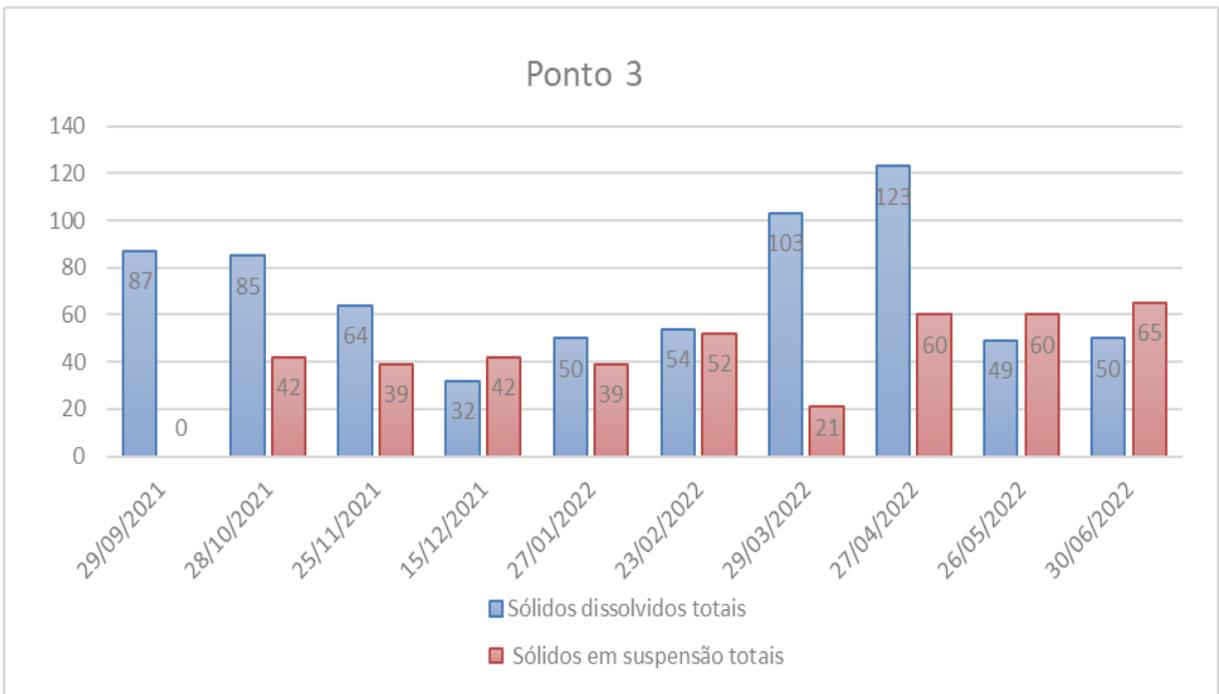
**Figura 9 –** Comportamento dos parâmetros no Sólidos em suspensão totais e sólidos dissolvidos totais no ponto 1 (A), no ponto 2 (B) e no ponto 3 (C), durante o período de setembro/2021 a julho/2022.



(A)



(B)



(C)

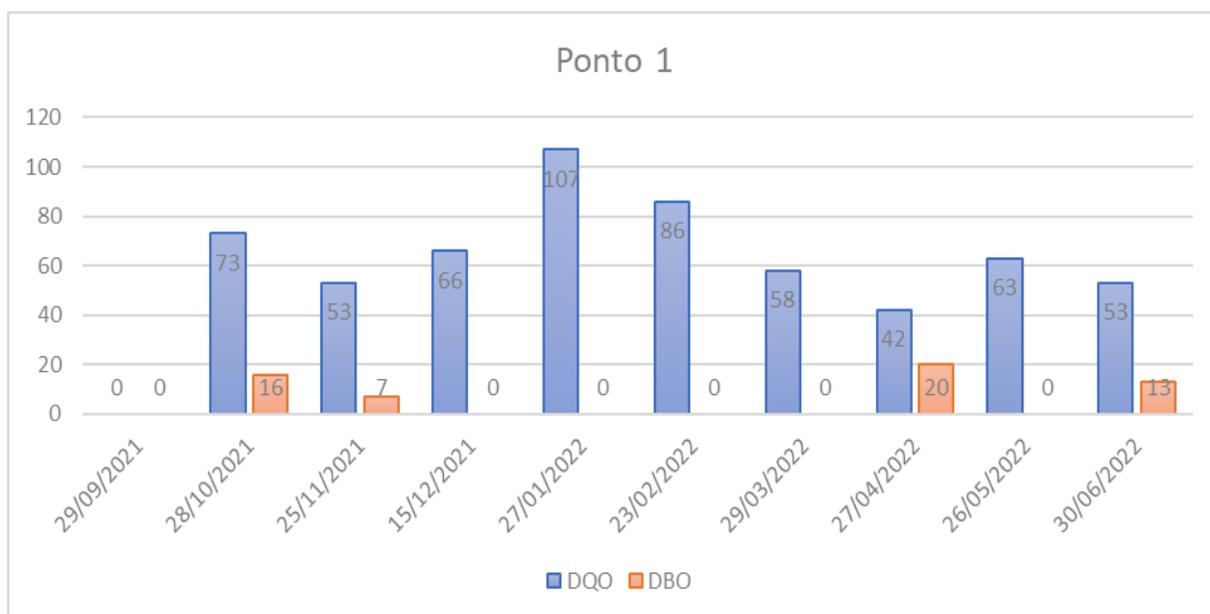
Fonte: Autoria própria.

A partir das **Figuras 9A-9C** pode-se observar que nos pontos 1,2 e 3 o parâmetro sólidos dissolvidos totais de acordo com a Conama 01/2008 está dentro dos parâmetros de potabilidade que é de no máximo 500 mg/L, já os solidos suspensos totais enquandram os ponto 1, ponto 2 e ponto 3, nas Classe I, Classe II e Classe II, respectivamente, tendo em vista que que estão abaixo de 50 mg/L que são estabelecidos pela COPAM/CERH-MG MG N.º 1, de 05 de Maio de. 2008.

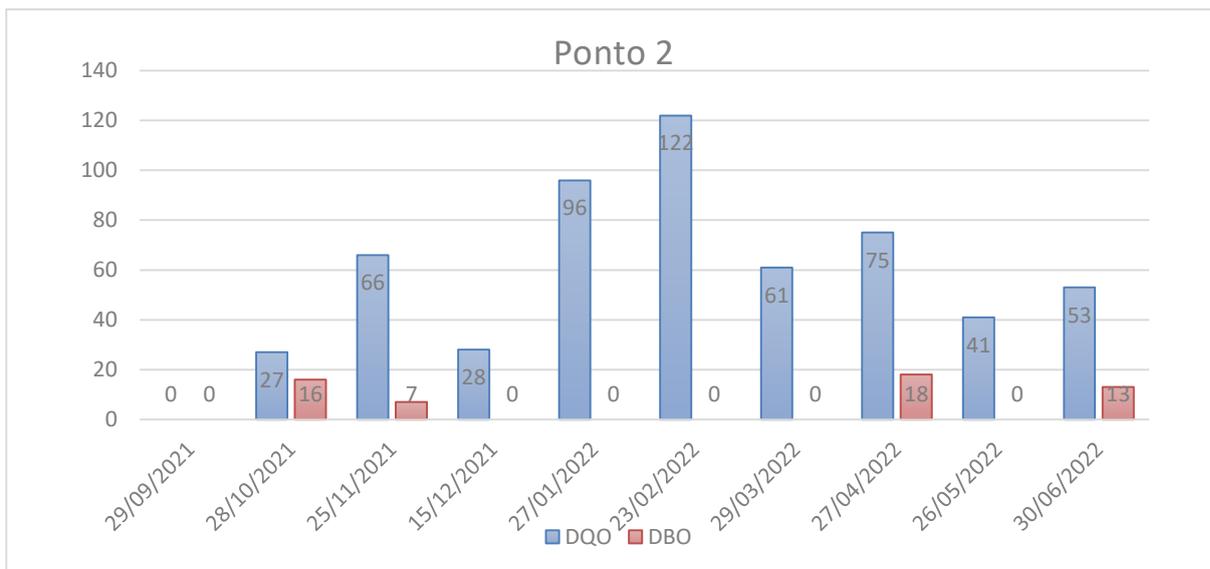
### 6.5. DQO e DBO

Na análise dos parâmetros DQO e DBO foi possível observar respectivamente que os valores encontrados tiveram uma variação de 24 mgO<sub>2</sub>/L a 75 mgO<sub>2</sub>/L, e de 13 mgO<sub>2</sub>/L a 22 mgO<sub>2</sub>/L no período de acompanhamento. Vale ressaltar que algumas dados foram excluídos por incongruência de resultados.

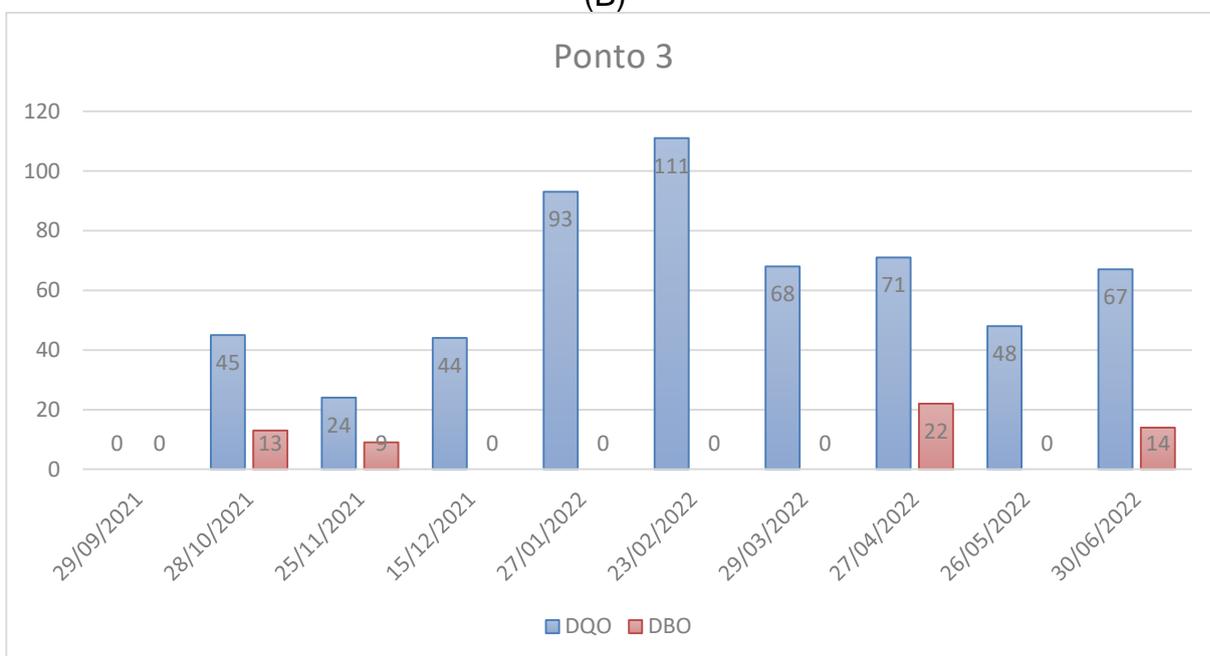
**Figura 10** – Comportamento dos parâmetros DQO e DBO no ponto 1 (A), no ponto 2 (B) e no ponto 3 (C), durante o período de setembro/2021 a julho/2022.



(A)



(B)



(C)

Fonte: Autoria própria.

A partir da **Figura 10A – 10C** pode-se observar que no ponto 1, o parâmetro atingiu o valor máximo de DQO no mês de janeiro, enquanto que para os pontos 2 e 3, o máximo ocorreu no mês de fevereiro. Já DBO teve seu ápice em abril, para os três pontos analisados. As análises de DQO apresentaram um aumento significativo, demonstrando que no período de janeiro a fevereiro houve uma maior quantidade de matéria orgânica no corpo hídrico. O aumento de DQO nesse período,

está dentro da normalidade, tendo em vista que nessa época o município de Governador Valadares enfrenta o período de chuva, acarretando em um maior número de matéria orgânica, por conta do carreamento de rejeitos que são depositados na lagoa.

## 6.6. Índice de Estado Trófico

O cálculo do parâmetro Índice de estado trófico foi realizado a partir das análises de fósforo total determinadas no período de novembro de 2021 a março de 2022, estes resultados podem ser visto na **Tabela 11**.

**Tabela 11** – Pontos que foram utilizados para cálculo do índice de Estado Trófico.

Data	Amostra	Fósforo total (µg/L)	IET	Resultados
NOV/21	Ponto 1	2750	90,286	Hipereutrófico
	Ponto 2	3350	91,482	Hipereutrófico
	Ponto 3	2940	90,691	Hipereutrófico
DEZ/21	Ponto 1	2080	88,594	Hipereutrófico
	Ponto 2	1650	87,191	Hipereutrófico
	Ponto 3	1490	86,573	Hipereutrófico
JAN/22	Ponto 1	2760	90,308	Hipereutrófico
	Ponto 2	3050	90,913	Hipereutrófico
	Ponto 3	2580	89,899	Hipereutrófico
FEV/22	Ponto 1	3090	90,992	Hipereutrófico
	Ponto 2	6650	95,636	Hipereutrófico
	Ponto 3	2830	90,460	Hipereutrófico
MAR/22	Ponto 1	2970	90,752	Hipereutrófico
	Ponto 2	2810	90,417	Hipereutrófico
	Ponto 3	3240	91,279	Hipereutrófico

Fonte: Autoria própria.

Mediante os resultados encontrados na **Tabela 11** pode-se perceber que o local está com altas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, e de acordo com a **Tabela 4**, encontra-se na classificação de Hipereutrófico. Logo seu uso é limitado, e não condiz com a realidade apresentada de acordo com a caracterização demonstrada no item 5.3 deste trabalho.

## 6.7. Enquadramento da área analisada

A **Tabela 12** apresenta uma proposta de enquadramento da lagoa do bairro Lagoa Santa, a partir da comparação dos parâmetros físico-químicos analisados e monitorados durante o desenvolvimento deste trabalho. Lembrando que são Resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente de 2005 e a COPAM/CERH-MG 01/2008, que criam as classes para o enquadramento e de limitações de uso para os corpos hídricos superficiais para o Brasil.

**Tabela 12 – Classificação da água da lagoa do bairro Lagoa Santa a partir da Resolução CONAMA 357/2005 e COPAM/CERH-MG 01/2008..**

<b>PARÂMETROS</b>	<b>RESULTADOS</b>
<b>TEMPERATURA</b>	A Temperatura da água, durante o período de estudo apresentou estabilidade, ficando em suma abaixo da temperaturas médias apresentadas na região(Governador Valadares)
<b>CONDUTIVIDADE ELÉTRICA</b>	A Condutividade elétrica apresentou um comportamento parecido nos três pontos estudados e obtiveram uma variação de 208 uS/cm a 302 uS/cm, enquadrando a água da lagoa na Classe IV.
<b>pH</b>	O pH apresentou um comportamento parecido nos três pontos estudados e obtiveram uma variação de 6,23 a 9,04, ficando em média acima do limite máximo permitido de acordo com a Resolução de referência.
<b>TURBIDEZ</b>	O parâmetro Turbidez apresentou um comportamento parecido nos três pontos estudados e obtiveram uma variação de 57 mg/L a 196 mg/L, enquadrando a água da lagoa na Classe IV do CONAMA.
<b>SOLIDOS EM DISSOLVIDOS TOTAIS</b>	Os Sólidos em dissolvidos totais apresentaram um comportamento parecido nos três pontos estudados e obtiveram uma variação de 20mg/L a 133 mg/L, em media ficaram dentro do limites permitidos pela norma já que não ultrapassou o limite maximo que é de 500 mg/L.
<b>SOLIDOS EM SUSPENSÃO TOTAIS</b>	Os Sólidos em suspensão totais apresentaram um comportamento parecido nos três pontos estudados e obtiveram uma variação de 7 mg/L a 75 mg/L, enquadrando a água da lagoa na Classe I.
<b>DQO E DBO</b>	A DQO e a DBO apresentaram resultados expressivos em certos periodos,tendo em vista que a chuva,acarretou um aumento de matéria orgânica na lagoa.
<b>FÓSFORO TOTAL</b>	O Fósforo total apresentou um comportamento parecido nos três pontos estudados e obtiveram variação de 1,49 mg/L a 6,65 mg/L, deste modo comparando com a resolução abordada neste trabalho pode-se dizer que esses valores estão muito além dos limites estabelecidos.
<b>ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO</b>	O Índice de estado trófico calculado demonstrou que em todos os pontos estudados há classificação que enquadra-se é Hipereutrófico.
<b>ENQUADRAMENTO</b>	<b>CLASSE IV/ HIPEREUTRÓFICO</b>

Fonte:Autoria própria.

A partir das informações apresentadas na tabela 12 concluiu-se que a qualidade da água da lagoa do Lagoa, enquadrou-se na Classe IV, definido pela

resolução 357 de 2005 do CONAMA e a COPAM/CERH-MG 01/2008, e por isso a mesma só poderá ser utilizada para fins paisagísticos. Levando em conta a caracterização pode-se perceber que o seu uso, atualmente está incondizente ao apresentado por essa pesquisa. Por fim deve-se proibir o uso dessa água para qualquer tipo de atividade de recreação ou hidratação de animal ou vegetal.

Cabe ainda destacar que os valores e análises dos parâmetros encontrados, são condizentes com a caracterização do local, tendo em vista que durante um espaço temporal pequeno, houve grandes mudanças no comportamento da região, devido a ocupação antrópica ao redor, alterando assim o regime e a possível capacidade de autodepuração do corpo hídrico, devido ao estreitamento do espelho de água, e do alto grau de degradação devido ao descarte irregular de resíduos e de matéria orgânica.

Além disso pode-se verificar que o período chuvoso regional, é capaz de alterar a condição e uso do corpo hídrico estudado, o período chuvoso do município de Governador Valadares é curto, mas o regime pluviométrico é alto, com isso denotou-se que o grande caimento de água em um curto período de tempo, em uma região que tem desniveis e muita matéria orgânica envolta, pode causar um maior assoreamento do recinto, aumento assim os nutrientes e provocando negativos efeitos ao corpo d'água.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A partir da caracterização da área de estudo, pode-se perceber que em um período relativamente pequeno, 19 anos, houve um elevado adensamento populacional na região próxima a lagoa analisada. Intensificando assim a atuação de fatores antrópicos que podem impactar na qualidade da água do corpo hídrico em questão.

Pode-se perceber ainda que nos três pontos de coletas analisados os valores dos parâmetros temperatura, condutividade, pH, turbidez, sólidos dissolvidos totais,

sólidos suspensos totais, DQO, DBO, fósforo total e IET tiveram um comportamento bem similar durante o período de monitoramento. Sendo que os parâmetros pH e fósforo total apresentaram valores superiores ao limite máximos previsto nas legislações confrontadas. Enquanto que os demais parâmetros tiveram valores dentro das faixas limites tolerados.

Com base na análise conjunta dos diversos parâmetros avaliados pode-se concluir que a qualidade da água da lagoa do Lagoa, enquadra-se na Classe IV, definido pela resolução 357 de 2005 do CONAMA e a COPAM/CERH-MG 01/2008, e por isso a mesma só poderá ser utilizada para fins paisagísticos. Deste modo temos que o seu uso, atualmente está incondizente ao apresentado por essa pesquisa.

A partir dessa análise inicial recomenda-se o desenvolvimento de um trabalho futuro, o qual visará estruturar e planejar ações de intervenção no local para que a qualidade da água da Lagoa possa ser melhorada, permitindo assim que os moradores da região possam vir a utilizar o espaço para o desenvolvimento de ações de recreações

## 8. REFERÊNCIAS

GASPAROTTO, F. A. **Avaliação Ecotoxicológica e Microbiológica da água de nascentes urbanas no município de Piracicaba-SP**. Universidade de São Paulo. Piracicaba, p. 90.2011.

BRASIL. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 27 de abril de 2022.

COMPANHIA ESTADUAL DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO BÁSICO E CONTROLE DE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS (CETESB). *Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem*. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, 2009. 44p. Relatório disponível em:<<http://www.cetesb.sp.gov.br/>> acessado em 20 de novembro de 2022.

Von Sperling, Marcos. **Introdução á qualidade das águas e ao tratamento de esgotos/Marcos von Sperling-** 3. Ed. – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais;2005.

ALMEIDA, Jaqueline Colvara de. **Avaliação do Índice de Qualidade da Água na Lagoa dos Patos**. 2013. 51f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

SUASSUNA, João. **Á má distribuição da água no Brasil**. Reporter Brasil, 2004. Disponível em:< <https://reporterbrasil.org.br/2004/04/b-artigo-b-a-ma-distribuicao-da-agua-no-brasil/>>. Acesso em: 27 de abril de 2022

POWELL, M.; **Building a National Water Quality Monitoring Program**. Environmental Science & Technology, New York, v.29, n.10, p. 458A–463A, 1995.

JARDIM, W. F, SILVA, G. S. **Um novo índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática aplicado ao rio Atibaia**, São Paulo, Química Nova, São Paulo, v. 29, n. 4, p.689- 694, 2006

BRASIL. **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008.** Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151> pdf>. Acesso em: 29 de abril de 2022.

Albuquerque, Bruno Pinto de. **As relações entre o homem e a natureza e a crise sócio-ambiental.** Rio de Janeiro, RJ. Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), 2007.

Hanai, Frederico Yuri; DICTORO, V.P. **análise da relação homem-água: a percepção ambiental dos moradores locais de cachoeira de emas-sp, bacia hidrográfica do rio mogi-guaçu.** Revista Ra'e Ga Espaço Geográfico em Análise. v. 36, p. 92-120, issn: 2177-2738, 2016.

PENA, Rodolfo F. Alves. "Conflitos pela água no mundo"; *Brasil Escola*. Disponível em:<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/conflitos-pela-agua-no-mundo.htm>. Acesso em 21 de agosto de 2022.

SOUSA, Rafaela. "Água"; *Brasil Escola*. Disponível em:<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/agua.htm>. Acesso em 21 de agosto de 2022.

METCALF & EDDY, INC. Wastewater Engineering - Treatment, disposal and reuse, third edition. McGrawHill book Co, 1991.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo. 2010. IET - Índice de Estado Trófico. Disponível em: < <http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 22 Dezembro 2022.

Lamparelli, M. C. **Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo – avaliação dos métodos de monitoramento.** São Paulo (BR); 2004. [Tese de Doutorado – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo].

CETESB (2007). Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo: 2006. São Paulo: CETESB, 2007. ( Série Relatórios)

Indicadores de Qualidade – índice do Estado Trófico(IET). **ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico**. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-estado-trófico.aspx>>. Acesso em: 22 Dezembro 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL – INMET. Normais Climatológicas (1961/1990). Brasília - DF, 1992.

Silva, Aichely Rodrigues. **Avaliação Do Processo De Eutrofização Das Águas Superficiais, Do Cenário Nacional Ao Local: Estudo De Caso Nas Bacias Hidrográficas Costeiras Dos Rios Ratoes, Itacorubi E Tavares (Ilha De Santa Catarina)**, Brasil.2019.311 f.Tese(Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina,Florianopolis,2019.

CAMARGO, A.F.M. et al. (1996) **The influence of the physiography and human activities on the limnological characteristics of the lotic ecosystems of the South coast of São Paulo**, Brazil. Acta Limnol. Brasil, 8: p.231-243.

Melo RA. **Qualidade físico-química e microbiológica de água fornecida em bebedouros de escolas municipais em Cabedelo-PB**. [dissertation].Campina Grande: Universidade Estadual da Paraíba/UEPB; 2016. 104p.

Brasil; Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914/2011. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Brasília (Brasil): Ministério da Saúde; 2011. Available from: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html).

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA . Censo Brasileiro de 2010. Governador Valadares: IBGE, 2010.

Klein, C., & Agne, S. A. A. (2013). **PHOSPHORUS: FROM THE NUTRIENT TO POLLUTANT!**. Revista Eletrônica Em Gestão, Educação E Tecnologia Ambiental, 8(8), 1713–1721.