



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PARNAÍBA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

MAIRON VIEIRA MOTA

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DO PARQUE AMBIENTAL LAGOA DO
BEBEDOURO EM PARNAÍBA – PIAUÍ

PARNAÍBA

2022

MAIRON VIEIRA MOTA

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DO PARQUE AMBIENTAL LAGOA DO
BEBEDOURO EM PARNAÍBA – PIAUÍ

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como exigência para obtenção do
diploma do Curso de Licenciatura em Química
do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí, *Campus Parnaíba*.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Janiciara Botelho Silva

PARNAÍBA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Mota, Mairon Vieira

M917a Análise físico-química da água do Parque Ambiental Lagoa do
Bebedouro em Parnaíba - Piauí / Mairon Vieira Mota. — 2023.
56 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) –
Instituto Federal do Piauí, Campus Parnaíba, 2023.

Orientadora: Profa. Dra. Janiciara Botelho Silva.

1.Química. 2.Meio ambiente - Recursos hídricos. 3.Análise físico-química
– Qualidade de água. I.Título.

CDD – 540

Elaborado por Micheline Angélica Aragão Gouveia CRB 3/1244

MAIRON VIEIRA MOTA

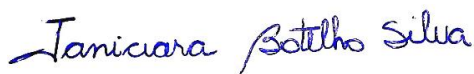
ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DO PARQUE AMBIENTAL LAGOA DO
BEBEDOURO EM PARNAÍBA – PIAUÍ

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como exigência para obtenção do
diploma do Curso de Licenciatura em Química
do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí, *Campus Parnaíba*.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Janiciara Botelho Silva

Aprovada em: 19/01/2023

BANCA EXAMINADORA



Prof^a. Dr^a. Janiciara Botelho Silva (Orientadora)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)



Prof^a. Dr^a. Márcia Valéria Silva Lima
Instituto Federal do Piauí (IFPI)



Prof. Dr. Marcelo Ribeiro Mesquita
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Aos pais, irmãos e minha querida esposa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo cuidado e bençãos durante todos esses anos;

Aos meus pais: Francisco e Lindalva, meus irmãos (Maicon e Marta), por fazerem parte desta etapa tão importante. É uma honra ser o primeiro da família a alcançar um diploma, e dedico cada vitória a vocês;

À minha esposa Jéssica Mota, cuja presença sempre afetou positivamente a minha vida, que sempre acreditou em mim e me incentiva a ser uma pessoa melhor a cada dia. Além deste trabalho, dedico todo meu amor a você;

Aos meus amigos de graduação e padrinhos de casamento: Isaías, Fernando e Expedito por toda parceria e amizade, sempre dando apoio nesta jornada;

À empresa Oásis e todos meus ex-companheiros de trabalho que desde o início me incentivaram a trilhar esse caminho;

À Murilo Bodolato, gerente corporativo do Grupo Centroflora, pelo incentivo à graduação e sábios ensinamentos;

Agradeço a todos os professores e servidores do IFPI *Campus* Parnaíba, pois todos foram essenciais nesta jornada de conhecimento e auxiliaram-me a trilhar os caminhos acadêmicos e formar uma base sólida para meu futuro profissional;

À Prof.^a Dr.^a. Janiciara Botelho Silva, por todo o seu empenho e dedicação durante a realização deste trabalho. Agradeço pela oportunidade e pela confiança a mim reservada e por aceitar me orientar nessa última etapa da graduação;

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, *Campus* Parnaíba.

“A ciência faz as pessoas buscarem a verdade e a objetividade; ensina as pessoas a aceitarem a realidade, com espanto e admiração, sem falar no profundo temor e alegria que a ordem natural das coisas traz ao verdadeiro cientista”
Lise Meitner

RESUMO

O planeta Terra possui dois terços de sua superfície recobertos por água, são aproximadamente 360 milhões de km² de um total de 510 milhões, no entanto, 98% das águas disponíveis no planeta são salgadas. Devido ao crescimento urbano desordenado, o meio ambiente está cada vez mais sendo atingido por situações negativas, tendo como consequência os diversos tipos de problemas ambientais produzidos pelo homem, que se apresentam num efeito em cascata, principalmente, nas áreas de preservação permanente. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água em pontos específicos do Parque Ambiental Lagoa do Bebedouro, compreendido dentro da zona urbana de Parnaíba-PI. Para isso, foram analisadas as amostras de água de três pontos predeterminados do local. Os parâmetros avaliados foram pH, Temperatura, Oxigênio Dissolvido, Gás Carbônico Livre; Sólidos Totais; Sólidos Totais Dissolvidos, Íons Cloreto, Alcalinidade Total e Dureza. Os resultados obtidos foram comparados com a Resolução CONAMA 357/2005 e informações da literatura para corpo hídrico. Os dados demonstraram estar dentro dos padrões exigidos, com exceção de ST e SDT que evidenciaram que o P1 e P3 ultrapassaram o limite estabelecido. Sendo assim, vale ressaltar que pondera-se a continuidade dos estudos, visando uma publicação na área ambiental, coletando nos mesmos pontos novas amostras no período chuvoso. E pretende-se com a divulgação dessa pesquisa conscientizar a população para melhorar a conservação da Lagoa, que no futuro bem breve possam adotar algumas medidas para abrandar a possibilidade de contaminação como: limpeza regular das áreas do entorno e maior efetividade na fiscalização contra canalizações ilegais de efluentes.

Palavras chave: água; meio ambiente; recursos hídricos; análises físico-químicas; qualidade de água.

ABSTRACT

The earth has two thirds of its surface covered by water, there are – approximately – 360 millions km² from a total of 510M, however, 98% of the waters available are salted. Due to the disordered urban growth, the environment is increasingly being affected by negative situations, resulting in the various types of environmental problems produced by humans, which present themselves in a cascade effect, mainly, in the areas of permanent preservation. This work aimed to evaluate the water quality from – in specific spots of – the Environmental Park Bebedouro Lagoon, which is within the urban area of Parnaíba-PI city. In order to do that, water samples from three determined points were analyzed, the evaluated parameters were: pH, temperature, dissolved oxygen, free carbon dioxide; Total solids; Dissolved total solids, chloride ions, total alkalinity and hardness. The obtained results were compared with the CONAMA 357/2005 resolution also with the literature of water bodies. The data showed to be within the required standards, but TS and SDT showed that P1 and P3 exceeded the established threshold. Therefore, it's valid to stress the study continuity, aiming for a publication in the environmental area, by collecting – in the same spots of the park – new samples in the rainy season. With the publication of this work is intended to raise awareness of the population in order to improve the conservation of the lagoon. In the sooner future may be adopted some measures to mitigate the possibility of contamination, such as: regular cleaning of surrounding areas and greater effectiveness in the inspection against illegal effluent pipes.

Keywords: water; environment; water resources; Chemical-physical analysis; water quality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	-	Classificação dos Sólidos.....	26
Figura 2	-	Local de estudo.	32
Figura 3	-	Pontos de coleta.	33
Figura 4	-	Ponto de Coleta n°1	34
Figura 5	-	Ponto de Coleta n °2	34
Figura 6	-	Ponto de Coleta n °3	34
Gráfico 1	-	Valores de pH das amostras	41
Gráfico 2	-	Variações de Temperatura em °C.....	42
Gráfico 3	-	Valores de OD nas amostras	43
Gráfico 4	-	Valores de ST nas amostras	44
Gráfico 5	-	Valores de STD nas amostras	45
Gráfico 6	-	Valores de Cloreto nas amostras.....	46
Gráfico 7	-	Valores de Alcalinidade nas amostras	47
Gráfico 8	-	Valores de Dureza nas amostras	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	-	O serviço de esgotamento sanitário de Parnaíba.	21
Tabela 2	-	O serviço de abastecimento de água de Parnaíba.....	21
Tabela 3	-	Datas e horários de coleta da pesquisa	35
Tabela 4	-	Coleta e preservação de amostras para análise físico químicas	35
Tabela 5	-	Padrões de qualidade de água.....	29
Tabela 6	-	Classificação das águas quanto ao grau de dureza.	48

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1	-	Cálculo de ST	37
Equação 2	-	Cálculo de SDT	38
Equação 3	-	Cálculo de Cloreto	38
Equação 4	-	Cálculo de Alcalinidade	39
Equação 5	-	Cálculo de Dureza	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGESPISA	Empresa de Águas e Esgotos do Piauí S/A
ANA	Agência Nacional De Águas
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
ETDA	Ácido Etilenodiamino Tetra-acético
ETAS	Estações de Tratamento de Água
Fc	Fator de Correção
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MS	Ministério da Saúde
OD	Oxigênio Dissolvido
pH	Potencial Hidrogeniônico
PI	Piauí
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
SEMAR	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Piauí
SISAGUA	Sistema de Informações sobre a Qualidade da Água para Consumo Humano
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
ST	Sólidos Totais
STD	Sólidos Totais Dissolvidos

LISTA DE SÍMBOLOS

=	Igual
>	Menor
<	Maior
%	Porcentagem
°C	Graus Celsius
Al ³⁺	Alumínio
Ca ²⁺	Íon de Cálcio
CaCO ₃	Carbonato de Cálcio
Cl	Cloro
CO ₃ ²⁺	Íon Carbonato
cm	Centímetro
CO ₂	Dióxido de Carbono
Fe ²⁺	Íon de Ferro
g	Gramas
h	Habitante
HCO ₃	Bicarbonato de Sódio
H ₂ SO ₄	Ácido sulfúrico
HNO ₃	Ácido nítrico
IV	Quatro
K ₂ CrO ₄	Cromato de potássio
km ²	Quilômetro quadrado
L	Litro
m ³	Metro cúbico

Mg	Miligrama
Mg ²⁺	Íon de Magnésio
ml	Mililitro
Mn ²⁺	Íon de Manganês
N	Normalidade
n°	Número
NaCl	Cloreto de Sódio
NaOH	Hidróxido de sódio
NH ₄ Cl	Cloreto de amônia
NH ₄ OH	Hidróxido de amônia concentrado
O ₂	Oxigênio
OH ⁻	Hidróxido
P1	Ponto 1
P2	Ponto 2
P3	Ponto 3
pH	Potencial Hidrogeniônico
S	Coordenada Sul
Sr ²⁺	Íon de Estrôncio
W	Coordenada Oeste
µm	Micrometro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 JUSTIFICATIVA	19
3 REFERENCIAL TEÓRICO	20
3.1 MUDANÇAS NO MEIO AMBIENTE.....	20
3.2 DISTRIBUIÇÃO E ESGOTAMENTO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO.....	20
3.3 A QUALIDADE DA ÁGUA	22
3.4 OS PROBLEMAS DA POLUIÇÃO	23
3.5 PARÂMETROS DE UMA ÁGUA DE QUALIDADE	24
3.5.1 Potencial Hidrogeniônico (pH):.....	24
3.5.2 Temperatura	25
3.5.3 Oxigênio Dissolvido (OD).....	25
3.5.4 Gás Carbônico Livre (CO ₂)	26
3.5.5 Sólidos Totais (ST) e Sólidos Totais Dissolvidos (STD)	26
3.5.6 Cloreto	27
3.5.7 Alcalinidade Total	28
3.5.8 Dureza.....	28
3.6 RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005	29
4 OBJETIVOS	31
4.1 OBJETIVO GERAL.....	31
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	31
5 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	32
5.1 TIPO DE PESQUISA.....	32
5.2 LOCAL DE ESTUDO.....	32
5.3 PONTOS DE COLETA.....	33
5.4 PARÂMETROS ESTUDADOS	35
5.5 PROCEDIMENTO DA COLETA	35
5.5.1 pH, Temperatura e OD	36
5.5.2 Gás Carbônico Livre	37
5.5.3 Sólidos Totais e Sólidos Totais Dissolvidos	37
5.5.4 Cloreto	38
5.5.5 Alcalinidade Total	39
5.5.6 Dureza.....	39
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
6.1 POTENCIAL HIDROGÊNIONICO (pH)	41

6.2 TEMPERATURA.....	42
6.3 OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD)	43
6.4 GÁS CARBÔNICO (CO ₂)	44
6.5 SÓLIDOS TOTAIS (ST) E SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS (STD).....	44
6.6 ÍONS CLORETOS	46
6.7 ALCALINIDADE	46
6.8 DUREZA	47
7 CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

O planeta Terra possui dois terços de sua superfície recobertos por água, são aproximadamente 360 milhões de km² de um total de 510 milhões, no entanto, 98% das águas disponíveis no planeta são salgadas. Com relação ao território brasileiro, este contém cerca de 12% de toda a água doce do planeta, o que é considerado um valor elevado quando comparado com diversos outros países. Ao todo, são aproximadamente 200 mil microbacias espalhadas pelas 12 regiões hidrográficas, como por exemplo, as bacias do São Francisco e da Amazônica (a mais extensa do mundo e 60% dela localizada no Brasil) (ANA, 2021).

Nos últimos tempos, o planeta vem sofrendo com a ação do homem, que muitas das vezes procedem da má utilização dos recursos naturais disponíveis e que podem gerar uma poluição que compromete todo o meio ambiente, perpassando desde a captação até a distribuição destes recursos naturais através da geração de resíduos poluentes. Os poluentes por sua vez são substâncias introduzidas que alteram as características físico-químicas desse meio (GUEDES, 2011).

Apesar de abundantes, os recursos hídricos brasileiros não são inesgotáveis e o acesso à água não é distribuída de forma igualitária para todos os habitantes, pois as características geográficas de cada região, o período de chuvas, as mudanças de vazão dos rios, dentre outros fatores, afetam diretamente essa distribuição. Estes problemas relacionados à água envolvem muitas vertentes, que podem ser observadas desde à escassez desse recurso até a falta de saneamento básico, em que os resíduos, tanto urbanos quanto industriais, são despejados em água corrente ou no solo sem nenhum tipo de tratamento, acarretando prejuízos ao meio ambiente e a população (ONU, 2019; ANA, 2021).

Desse modo, a urbanização e o meio ambiente possuem uma relação direta, levando em consideração que a urbanização implica na concentração tanto de atividades produtivas quanto de contingente populacional em um determinado espaço, o que gera, consequentemente, impactos degradadores de um ambiente proporcionando efeitos deletérios e persistentes ao mesmo. Embora esses impactos também sejam provenientes de outros fatores, como a agricultura, a pecuária, a mineração e a produção de energia, a urbanização pode gerar seus impactos ambientais de forma concentrada e difundi-los além dos limites urbanos (JATOBÁ, 2011).

Dentre as formas de avaliar estes impactos que afetam os sistemas aquáticos através da interferência humana existe a caracterização da qualidade da água, o que nos possibilita realizar a identificação, o manejo e até mesmo nortear a remediação desses problemas. Este processo é

de suma importância para que ocorra o acompanhamento do estado dos recursos hídricos, pois é por meio da poluição que as substâncias nocivas, tóxicas ou patogênicas são inseridas no ambiente, trazendo modificação as características físicas, químicas e biológicas da água (CORADI; FIA; PEREIRA-RAMIREZ, 2009; DE ALMEIDA, 2013).

Devido ao crescimento urbano desordenado, o meio ambiente está cada vez mais sendo atingido por situações negativas, tendo como consequência os diversos tipos de problemas ambientais produzidos pelo homem, que se apresentam num efeito em cascata, principalmente, nas áreas de preservação permanente (LISE, 2021).

A Lagoa do Bebedouro, que é a base de estudo desta monografia, está localizada na cidade de Parnaíba, situada no extremo Norte do Estado do Piauí, cidade conhecida, principalmente, por ser a porta de entrada para o Delta do Parnaíba, o único delta em mar aberto das Américas, denominada popularmente como a "Capital do Delta" (PARNAÍBA, 2022). Esta lagoa, que se constitui numa grande bacia, recebendo as águas pluviais adjacentes durante o período de chuvas, nasceu juntamente com a cidade, no passado serviu de bebedouro para o gado que pastava nessa zona repleta de rusticidade, por isso seu nome.

Atualmente denominando-se Parque Ambiental Lagoa do Bebedouro, a lagoa foi urbanizada e revitalizada durante o ano de 2020, com as obras efetivadas em seu entorno foi criado um novo cartão postal para a cidade, de uma forma geral, foi realizada urbanização ao redor da Lagoa do Bebedouro, juntamente com a drenagem das águas pluviais. Além desta revitalização visível, está sendo realizada também a preservação ambiental das suas nascentes. A lagoa recebe águas das chuvas durante o inverno e no verão recebe águas do Rio São José e Rio Parnaíba quando das grandes marés, o que mantém a lagoa cheia o ano inteiro. No inverno ela despeja o excesso de suas águas no rio São José através de um sangradouro, evitando que ela transborde causando alagamento aos moradores circunvizinhos (PARNAÍBA, 2020).

2 JUSTIFICATIVA

Existem múltiplos usos para a água, dentre eles, podemos citar o abastecimento doméstico; abastecimento industrial; agricultura; recreação e lazer; geração de energia; navegação; preservação da fauna; preservação da flora; e também dentre os mais importantes, o consumo humano (MARENGO, 2008).

Levando em consideração a importância do Parque Ambiental Lagoa do Bebedouro para a população adstrita como: a pesca artesanal, que é uma fonte de renda e alimentação aos moradores; há necessidade de avaliação da qualidade da água após esses processos de revitalização. Como a água é um fator imprescindível à manutenção da saúde humana, este estudo justifica-se pela importância de se estabelecer parâmetros da qualidade da água em um local de grande visibilidade no contexto geral da cidade de Parnaíba – Piauí.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 MUDANÇAS NO MEIO AMBIENTE

Com a revolução industrial, a partir de meados do século XVIII, o homem começou realmente a transformar a face do planeta, a natureza de sua atmosfera e a qualidade de sua água. Atualmente, o rápido crescimento da população humana criou uma demanda sem precedentes que o desenvolvimento tecnológico ambiciona satisfazer, submetendo o meio ambiente a uma agressão que está provocando o seu notável declínio, infelizmente, este vêm sendo cada vez mais acelerado (BRASIL, 2014). O nível de poluição de corpos d'água é crescente e originário, em sua grande maioria de ações antrópicas inconsequentes, arraigadas ao consumismo exacerbado do ser humano e da sua dependência de produtos industrializados somados ao crescimento populacional desenfreado (SANTANA, 2012).

Os impactos que a atuação do homem pode acarretar sobre o meio ambiente são: uso exacerbado dos combustíveis fósseis que ocasiona o aumento da concentração de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera; utilização de pesticidas que contaminam regiões agrícolas e interferem no metabolismo do cálcio das aves; erosão do solo, que está degradando de 20 a 35% das terras de cultivos de todo o mundo; a perda das terras virgens; o crescente problema mundial do abastecimento de água, como consequência do esgotamento dos aquíferos subterrâneos, assim como pela queda na qualidade e disponibilidade da água; a destruição da camada de ozônio, entre outros (BRASIL, 2014).

3.2 DISTRIBUIÇÃO E ESGOTAMENTO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO

De acordo com a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), sancionada através da Lei 6.938/81 a poluição é definida como uma degradação da qualidade ambiental decorrente de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população, e que além do mais, criem condições adversas às atividades sociais e econômicas, influenciando de forma desfavorável a biota, bem como às condições estéticas e sanitárias do meio ambiente ou lancem matérias ou energias em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (BRASIL, 1981).

Conforme dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em levantamento realizado ano de 2020, que especifica as taxas de esgoto coletado e tratado pelo prestador de serviço de esgotamento sanitário do município, além do valor médio da tarifa cobrada por este serviço para os domicílios de Parnaíba, é possível analisar o índice de esgoto

que é coletado e tratado, demonstrando a necessidade de aprimorar a coleta dos esgotos gerados, conforme especificado abaixo na Tabela 1:

Tabela 1- O serviço de esgotamento sanitário de Parnaíba.

Tarifa média de Esgoto	RS 2,81/m³
Índice de coleta de esgoto	30,51%
Índice de tratamento de esgoto coletado	100%

Fonte: SNIS/Ministério das Cidades 2020.

Nota-se que existe a necessidade de aumentar a taxa de coleta do município consideravelmente, já que a taxa de tratamento é eficaz. Já com relação ao serviço de abastecimento de água geral da cidade de Parnaíba, e fatores como consumo médio de água por habitante e a média de perda de água para distribuição de água no município, podemos avaliar logo abaixo, através da Tabela 2, dados estes também declarados ao SNIS no ano de 2020 pelo prestador de serviços no município. O valor em L/(hab. dia) representa o consumo médio de água por habitante em litros por dia. Em comparação com os prestadores de serviço nacionais e estaduais, a média de consumo de água do Brasil foi de 151,1 L/(hab. dia).

Tabela 2- O serviço de abastecimento de água de Parnaíba

Responsável pelo abastecimento de Água	Águas e Esgotos do Piauí S/A- AGESPISA
Consumo médio de água por habitante	117,30L/(hab. dia)
Índice médio de perdas	29,43%
Custo do serviço de abastecimento de água	RS 6,19 m ³
Tarifa média da água	RS 3,95 m ³
Domicílios com canalização interna em pelo menos um cômodo	85,08%
Domicílios com canalização interna somente no terreno	6,31%
Domicílios sem canalização interna	8,01%

Fonte: SNIS/Ministério das Cidades 2020/ Censo IBGE 2010.

Pode-se notar que cerca de 8% da população não possui canalização interna de água em suas residências, ou seja, recebe água fora dos padrões de potabilidade, fato este que de acordo com a FUNASA pode ser contribuir para a propagação de vetores, como por exemplo, malária, diarreias, verminoses, esquistossomose, cisticercose, entre outros (BRASIL, 2022).

3.3 A QUALIDADE DA ÁGUA

O conceito de qualidade da água está sempre relacionado com o uso que se faz dessa água e para qual função é destinada, por exemplo, uma água de qualidade adequada para uso industrial, navegação ou geração hidrelétrica pode não ter a qualidade adequada para o abastecimento humano, a recreação ou a preservação da vida aquática, por isto diversos fatores devem ser levados em consideração. Existe uma grande variedade de indicadores que expressam aspectos parciais da qualidade das águas, no entanto, não existe um indicador único que sintetize todas as variáveis de qualidade da água. Geralmente são usados indicadores para usos específicos, tais como o abastecimento doméstico, a preservação da vida aquática, a recreação, dentre outros (BRASIL, 2014).

As informações referentes à qualidade da água podem ser registradas de forma organizada utilizando o Sistema de Informações sobre a Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA) que trata-se de um instrumento essencial neste processo de vigilância. Neste ambiente são registradas as informações referentes a água distribuída à população pelos órgãos responsáveis pelos sistemas e outras formas de abastecimento, bem como aquelas geradas por ações da Vigilância em Saúde Ambiental. Os níveis de contaminantes químicos devem ser examinados e notificados às Secretarias Municipais de Saúde ao menos uma vez por semestre (BERGAMASCO, 2011).

A nível estadual temos a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Piauí (SEMAR), que é o órgão de governo responsável por avaliar e fiscalizar fatores relacionados ao meio ambiente e preservação ambiental (PIAUÍ, 2022). A Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e abrange outras providências referentes ao manejo hídrico do Piauí, entre os objetivos da política podemos citar a busca da prevenção e da defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais; metas de racionalização da utilização da água caso haja necessidade; melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis; realização de programações de investimentos em pesquisas, projetos e obras relativas à utilização, recuperação, conservação e proteção dos recursos hídricos, incluindo a dessalinização de águas; bem como a implementação de programas de monitoramento climático; zoneamento das disponibilidades hídricas; usos prioritários e avaliação de impactos ambientais causados por obras hídricas (PIAUÍ, 2000).

A nível local, existe a Lei nº 3.352 de 13 fevereiro de 2019, que é a Lei Municipal de Saneamento Básico do Município de Parnaíba que propõe a garantia de que o serviço seja

prestado dentro dos padrões de qualidade operacionais e sanitários estabelecidos, com menor risco possível para usuários e trabalhadores que os prestam, bem como a população de forma geral (PARNAIBA, 2019).

3.4 OS PROBLEMAS DA POLUIÇÃO

O termo “poluição” provém do verbo latino *polluere*, que significa sujar, em um conceito mais amplo, a poluição indica a ocorrência de alterações prejudiciais no meio, seja ele água, ar ou solo. Quando relacionada ao meio hídrico, a poluição das águas pode ser conceituada como a ocorrência de fenômenos que direta ou indiretamente alterem a natureza de um corpo d’água e assim prejudiquem os usos que dele são destinados. A poluição presente na água pode estar relacionada com modificações físicas, químicas e também microbiológicas, deste modo o conhecimento prévio destas interações é de suma importância para um melhor manejo das fontes de poluição existentes (PEREIRA, 2004; BRASIL, 2014).

Existe uma grande variedade de rudimentos e substâncias químicas diluídas na água cuja fonte predominante é o intemperismo natural das rochas, proveniente do constante fluxo que dissolve minerais e os transporta através de correntes de água, sejam rios e/ou oceanos. Já no caso de contribuições humanas, as substâncias introduzidas à água podem ser especificadas por íons e matérias provenientes de atividades industriais, mineração, esgotos, dentre outros tipos de resíduos. Com relação a atmosfera, podem ser identificadas partículas de HNO_3 , H_2SO_4 e $\text{NaCl}_{(g)}$ dos oceanos (PARRON, 2011).

Os impactos ambientais, sociais e econômicos da degradação da qualidade das águas se traduzem, entre outros, na perda da biodiversidade, no aumento de doenças de veiculação hídrica, no aumento do custo de tratamento das águas destinadas ao abastecimento doméstico e ao uso industrial, na perda de produtividade na agricultura e na pecuária, na redução da pesca e na perda de valores turísticos, culturais e paisagísticos (BRASIL, 2014).

Todos os ecossistemas naturais possuem uma capacidade própria de decompor até um determinado limite a matéria orgânica gerada pelas atividades humanas. O problema começa a existir quando a entrada desses efluentes orgânicos no ambiente aquático passa a ser maior que a capacidade que os ecossistemas possuem para degradá-los, causando assim profundas transformações nesses ambientes, quase sempre negativas. No caso das águas superficiais que são em grande parte poluídas por causa de esgotos não tratados e lixo que são jogados todos os dias em seus leitos (OLIVEIRA, 2017).

3.5 PARÂMETROS DE UMA ÁGUA DE QUALIDADE

O acesso a água potável e ao esgotamento sanitário adequado são fundamentais para garantia de saúde da população. Um conceito moderno para se designar a qualidade de um ecossistema aquático é o que se refere à saúde do ambiente, onde pode-se dizer que um rio ou um lago saudável é aquele que apresenta determinadas características ecológicas bem desenvolvidas, como, por exemplo, uma comunidade diversificada, com forte interação entre os organismos, cadeia alimentar extensa, ciclagem completa dos elementos (o material que é eliminado por um organismo é imediatamente assimilado por outro) e um equilíbrio nas atividades de produção e respiração (BRASIL, 2006; BRASIL, 2020).

A análise de água é de grande importância, em especial quando destinada ao consumo humano. Assim conseguimos assegurar se a água que é distribuída é de confiança, ou seja, se está isenta de microrganismos ou substâncias químicas que podem ser prejudiciais à saúde das pessoas. As análises das características físico-químicas presentes na água têm por objetivo identificar e quantificar os elementos especiais iônicos presentes na solução e associar os efeitos de suas propriedades as questões ambientais permitidas e a compreensão dos processos naturais e/ou alterações no meio ambiente (PARRON, 2011). Nos tópicos a seguir serão abordados os parâmetros estudados na pesquisa:

3.5.1 Potencial Hidrogeniônico (pH):

O termo pH representa a concentração de íons hidrogênio em uma solução. Na água, esse fator é de excepcional importância, principalmente nos processos de tratamento (BRASIL, 2013). Trata-se de uma grandeza que pode variar de 0 a 14, desta forma indicando a intensidade da acidez ($\text{pH} < 7,0$), neutralidade ($\text{pH} = 7,0$) ou alcalinidade ($\text{pH} > 7,0$) de soluções aquosas. Este é um dos fatores mais analisados em pesquisas relacionadas à água. O pH possui alcance direto nos sistemas aquáticos devido sua ação sobre o metabolismo de diversos tipos de espécies (PARRON, 2011).

Praticamente todas as etapas de avaliação da qualidade da água e demais efluentes dependem do resultado e dos valores de pH, como por exemplo, as etapas de neutralização, floculação, precipitação, desinfecção, controle de corrosão, dentre outros. (CLESCERI et al, 1998). Na rotina dos laboratórios das estações de tratamento ele é medido e ajustado sempre que necessário para melhorar o processo de coagulação/floculação da água e também o controle da desinfecção (BRASIL, 2013).

3.5.2 Temperatura

A temperatura expressa a energia cinética das moléculas de um corpo, sendo seu gradiente o fenômeno responsável pela transferência de calor em um meio. A alteração da temperatura da água pode ser causada por fontes naturais ou antropogênicas. Ela exerce influência marcante na velocidade das reações químicas, nas atividades metabólicas dos organismos e na solubilidade de substâncias (BRASIL, 2014).

A temperatura da água poder estar relacionada com o aumento do consumo de água, com a fluoretação, bem como com a solubilidade e ionização das substâncias coagulantes, com a mudança do pH, com a desinfecção, dentre outros (BRASIL, 2013).

As alterações na temperatura relacionadas a origem natural, que ocorrem mais comumente por energia solar, podem se dar através da transferência de calor por intermédio da radiação, condução e convecção; já as alterações de origem antropogênica, podem ocorrer por meio de torres de resfriamento e despejos industriais. Este parâmetro pode vir a modificar as propriedades da água, como é o caso da densidade, a viscosidade, o oxigênio dissolvido e também interferindo na vida aquática (AMERICO-PINHEIRO, 2018).

3.5.3 Oxigênio Dissolvido (OD)

Trata-se de um dos parâmetros mais significativos para expressar a qualidade de um ambiente aquático. As variações nos teores de oxigênio dissolvido estão associadas aos processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem nos corpos d'água. Para a manutenção da vida aquática aeróbia são necessários teores mínimos de oxigênio dissolvido de 2 mg/L a 5 mg/L, de acordo com o grau de exigência de cada organismo (BRASIL, 2006).

O OD é vital para os seres aquáticos aeróbicos, sendo o principal parâmetro para caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos. A concentração desse parâmetro de qualidade de água pode ser expressa em miligramas por litro (mg. L^{-1}) ou porcentagem de saturação (VON SPERLING, 1996; AMERICO-PINHEIRO, 2018). Visto que este parâmetro é utilizado para garantir o metabolismo de seres aquáticos aeróbicos, vale ressaltar que o mesmo é primordial para os mais diversos tipos de espécies, no caso, as plantas aquáticas durante sua fotossíntese podem acrescentar O_2 ao oxigênio dissolvido já existente no meio (PARRON, 2011).

O acúmulo de OD na água ocorre através de processos realizados mais especificamente por fitoplanctons e pela difusão deste gás a partir da atmosfera, devido à diferença de pressão. Quando analisado em águas limpas, o teor de OD apresenta-se geralmente mais elevado, com

valores superiores a 5 mg. L^{-1} , com exceção de casos em que condições naturais afetam este resultado. Com relação a águas que recebam resíduos de esgotos domiciliares e/ou industriais, o OD geralmente encontra-se diminuído, devido ao consumo deste gás nos processos de decomposição da matéria orgânica através dos microrganismos (AMERICO-PINHEIRO, 2018).

3.5.4 Gás Carbônico Livre (CO_2)

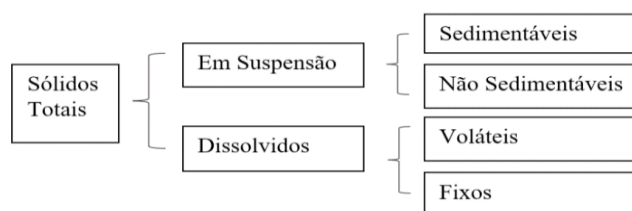
O CO_2 é a matéria-prima para a fotossíntese e também produto final da respiração (na atividade fotossintética há absorção de CO_2 e liberação de oxigênio (O_2), enquanto na respiração ocorre exatamente o contrário) (BRASIL, 2006). O gás carbônico livre existente em águas superficiais normalmente está em concentração menor do que 10 mg/L , enquanto em águas subterrâneas pode existir em maior concentração. O gás carbônico contido na água pode contribuir consideravelmente para a corrosão das estruturas metálicas e de materiais à base de cimento, presentes em um sistema de abastecimento de água e por essa razão o seu teor deve ser conhecido e controlado (BRASIL, 2013).

As águas superficiais possuem gás carbônico dissolvido. Esse gás carbônico pode ser proveniente da atmosfera, da respiração dos seres aquáticos e até da reação do sulfato de alumínio quando esse reage com a alcalinidade natural da água (BRASIL, 2013).

3.5.5 Sólidos Totais (ST) e Sólidos Totais Dissolvidos (STD)

Os sólidos presentes na água (FIGURA 1) podem estar distribuídos da seguinte forma: em suspensão (sedimentáveis e não sedimentáveis) e dissolvidos (voláteis e fixos). Os sólidos em suspensão podem ser definidos como as partículas passíveis de retenção através de processos de filtração, já no caso de sólidos dissolvidos estes são constituídos por partículas de diâmetro inferior a $10^{-3} \mu\text{m}$ e que permanecem em solução mesmo após a filtração. A entrada de sólidos na água pode ocorrer de forma natural (processos erosivos, organismos e detritos orgânicos) ou antropogênica (lançamento de lixo e esgotos) (BRASIL, 2014).

Figura 1 - Classificação dos Sólidos



Fonte: BRASIL (2006)

Muito embora os parâmetros turbidez e sólidos totais estejam associados, eles não são absolutamente equivalentes. Uma pedra, por exemplo, colocada em um copo de água limpa confere àquele meio uma elevada concentração de sólidos totais, mas sua turbidez pode ser praticamente nula. O padrão de potabilidade refere-se apenas aos sólidos totais dissolvidos (limite: 1000 mg/l), já que essa parcela reflete a influência de lançamento de esgotos, além de afetar a qualidade organoléptica da água (BRASIL, 2006).

Os SDT são, de maneira geral, a soma de todos os constituintes químicos dissolvidos na água. Mede-se a concentração de substâncias iônicas e expressa-se em mg/L. A principal aplicação da determinação dos STD é de avaliar a qualidade estética da água potável, bem como demonstrar fatores agregados da presença de produtos químicos contaminantes. As fontes de contaminação primárias de STD em águas receptoras são de origem agrícolas e residenciais, também são provenientes de outros locais, como por exemplo, de lixiviados de contaminação do solo, fontes pontuais de descarga de poluição das águas industriais ou estações de tratamento de esgoto (BRASIL, 2004).

O padrão de potabilidade refere-se apenas aos sólidos totais dissolvidos, já que esta parcela reflete a influência de lançamento de esgotos, além de afetar a qualidade organoléptica da água (BRASIL, 2014). As substâncias dissolvidas podem conter íons orgânicos e íons inorgânicos é o caso do carbonato, bicarbonato, cloreto, sulfato, fosfato, nitrato, cálcio, magnésio e sódio, dentre outros, que em concentrações elevadas podem ser prejudiciais à vida aquática (BRASIL, 2004).

3.5.6 Cloreto

O cloro, na forma de íon cloreto, é um dos principais ânions inorgânicos em águas naturais e residuárias existentes. Em água potável, o sabor produzido pelo íon Cl varia em função da sua concentração, como também da composição química da água (CORTEZ, 2018). Os cloretos, geralmente, estão presentes na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio e provêm da dissolução de minerais ou da intrusão de águas do mar, e ainda podem advir dos esgotos domésticos ou industriais (BRASIL, 2014).

Geralmente, os cloretos estão presentes em águas brutas e tratadas em concentrações que podem variar de pequenos traços até centenas de mg/L. Concentrações altas de cloretos podem restringir o uso da água em razão do sabor que eles conferem e pelo efeito laxativo que eles podem provocar (BRASIL, 2013).

3.5.7 Alcalinidade Total

A alcalinidade indica a quantidade de íons na água que reagem para neutralizar os íons hidrogênio. Constitui-se, portanto, em uma medição da capacidade da água de neutralizar os ácidos, servindo, assim, para expressar a capacidade de tamponamento da água, isto é, sua condição de resistir a mudanças do pH. Ambientes aquáticos com altos valores de alcalinidade podem, assim, manter aproximadamente os mesmos teores de pH, mesmo com o recebimento de contribuições fortemente ácidas ou alcalinas. Os principais constituintes da alcalinidade são os bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2+}) e hidróxidos (OH^-) (BRASIL, 2014). A alcalinidade nas amostras de água é determinada através da volumetria e é expressa em mg/L de CaCO_3 (Carbonato de cálcio) (PARRON, 2011). A medida da alcalinidade é de fundamental importância durante o processo de tratamento de água, pois é em função do seu teor que se estabelece a dosagem dos produtos químicos utilizados (BRASIL, 2013).

3.5.8 Dureza

A dureza se define como a resistência oposta à ação do sabão, esse fenômeno se deve à presença de determinados cátions na água, sendo eles, em maior proporção os de cálcio e magnésio (Ca^{2+} , Mg^{2+}) e, em menor escala, ferro (Fe^{2+}), manganês (Mn^{2+}), estrôncio (Sr^{2+}) e alumínio (Al^{3+}). A dureza de uma água pode ser definida em dois tipos, sendo eles, a dureza temporária e a dureza permanente. A origem da dureza das águas pode ser tanto natural (por exemplo, dissolução de rochas calcáreas, ricas em cálcio e magnésio) quanto antropogênica (lançamento de efluentes industriais) (BRASIL, 2006; BRASIL, 2013).

No caso da dureza temporária (também chamada de dureza de carbonatos) ela é causada pela presença de bicarbonatos de cálcio e magnésio. Esse tipo de dureza resiste à ação dos sabões e provoca incrustações. É denominada de temporária porque os bicarbonatos, pela ação do calor, se decompõem em gás carbônico, água e carbonatos insolúveis que se precipitam. Já no caso da dureza permanente (também chamada de dureza de não carbonatos) esta é classificada devido à presença de sulfatos, cloretos e nitratos de cálcio e magnésio, resistente também à ação dos sabões, mas que não produz incrustações por serem seus sais muito solúveis na água. Esta não se decompõe pela ação do calor e é expressa em termos de CaCO_3 em mg/L (BRASIL, 2013; BRASIL, 2014).

Nesse sentido, águas de elevada dureza reduzem a formação de espuma, o que implica em um maior consumo de sabões e xampus, além de provocar incrustações nas tubulações de água quente, caldeiras e aquecedores, devido à precipitação dos cátions em altas temperaturas. A

dureza indica a concentração de cátions multivalentes em solução na água (BRASIL, 2006; BRASIL, 2014).

3.6 RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005

Os dados obtidos através dos procedimentos experimentais “*in loco*” ou no laboratório foram realizados de forma qualitativa e/ou quantitativa, e os resultados foram analisados e discutidos norteados pela literatura. Sendo que os valores máximos encontrados, bem como os mínimos, foram comparados com na legislação brasileira vigente, dentre estas pode-se citar: Resolução CONAMA 357/2005 (águas superficiais, doces); Manual Prático de Análise da Água – Ministério da Saúde/2013 e Resolução CONAMA 396/2008 (classificação das águas e padrões de lançamento de efluentes).

De acordo com a Resolução nº357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente que “dispõe sobre a 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”, exemplificar-se a classificação dos corpos de água, desse modo, a Lagoa do Bebedouro é classificada como sendo de Classe 3, pois se caracteriza como:

SEÇÃO I Das Águas Doces

IV - Classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário; e
- e) à dessedentação de animais.

Portanto, a resolução estabelece condições padrão para avaliação e utilização da água, Tabela 6 abaixo, estes pertinentes ao estudo:

Tabela 3 - Padrões de qualidade de água

CLASSE 3 - ÁGUAS DOCES	
PARÂMETROS	Valor MÁXIMO
pH	6,0 a 9,0
Temperatura	*
OD	não inferior a 4 mg/L O ₂
SDT	500 mg/L
Cloreto total	250 mg/L Cl
CO ₂	*
Alcalinidade	*

Dureza	*
--------	---

Fonte: Adaptado de CONAMA, 2005

*= Parâmetros não citados na Resolução

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar a qualidade da água em pontos específicos do Parque Ambiental Lagoa do Bebedouro, compreendido dentro da zona urbana de Parnaíba-PI.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a água coletada por experimentos físico-químicos sendo estes: pH, Temperatura, Oxigênio Dissolvido, Gás Carbônico Livre; Sólidos Totais; Sólidos Totais Dissolvidos, Íons Cloreto, Alcalinidade Total e Dureza;
- Quantificar os parâmetros analisados;
- Comparar os resultados obtidos com os de referência e normas dos órgãos regulamentadores.

5 METODOLOGIA DA PESQUISA

5.1 TIPO DE PESQUISA

Trata-se de uma pesquisa do tipo descritiva, que consiste em adquirir um objeto de estudo, determinar as variáveis capazes de influenciá-lo e definir formas de controle e observação dos efeitos que a variável produz no objeto (GIL, 2002). Os fatos são observados, passam por registro e análise, daí são classificados e interpretados, sem a interferência do pesquisador, utilizando-se de técnicas padronizadas de coleta de dados (RODRIGUES, 2007).

5.2 LOCAL DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido especificamente no Parque Ambiental Lagoa do Bebedouro, ambiente compreendido entre os bairros Santa Luzia e São Vicente de Paula, zona urbana do Município de Parnaíba- Piauí. De forma geral, a lagoa possui nascente nas proximidades do bairro Sabiazal e percorre cerca de 4,1 km até seu destino final, possui perímetro aproximado de 3315 metros e 0,291 km² (FIGURA 2).

Figura 2 - Local de estudo.



Fonte: Adaptado de Google Earth (2022)

5.3 PONTOS DE COLETA

Por ter uma vasta área de abrangência, foram definidos, previamente, três pontos para a realização das coletas (Figura 3), estas foram realizadas durante o segundo semestre do ano de 2022 (Ponto 1: Coordenadas: 2°55'32.6"S; 41°46'08.8"W; Ponto 2: Coordenadas: 2°55'50.2"S; 41°45'49.6"W e Ponto 3: Coordenadas 2°56'00.1"S; 41°45'38.4"W).

Figura 3 - Pontos de coleta.



Fonte: Adaptado de Google Earth, (2022)

O Ponto 1 foi escolhido por ser um ponto turístico municipal e utilizado frequentemente por banhistas e pescadores, bem como de rotas de mini passeios de barco (FIGURA 4).

Figura 4 - Ponto de Coleta n°1



Fonte: Acervo pessoal do autor (2022)

O Ponto 2 foi escolhido devido à proximidade com domicílios habitados que não possuem adequado esgotamento doméstico (FIGURA 5).

Figura 5 - Ponto de Coleta n °2



Fonte: Acervo do autor (2022)

O Ponto 3 foi escolhido pois é o ponto de entrada dos efluentes naturais que abastecem o rio (FIGURA 6).

Figura 6 - Ponto de Coleta n °3



Fonte: Acervo do autor (2022)

Foram realizadas 03 coletas distribuídas nos meses de setembro, outubro, novembro do ano de 2022 (todas abrangendo o período de estiagem), a Tabela 3 possui informações detalhadas sobre o processo de coleta:

Tabela 4 - Datas e horários de coleta da pesquisa

PONTOS DE COLETA	COLETA Nº1 23/09/2022	COLETA Nº2 28/10/2022	COLETA Nº3 21/11/2022
P1	06:35h	06:47h	07:15h
P2	06:56h	07:12h	07:29h
P3	07:19h	07:23h	07:37h

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

5.4 PARÂMETROS ESTUDADOS

Os parâmetros que foram investigados neste estudo, visando caracterizar a qualidade da água do Parque Ambiental Lagoa do Bebedouro em Parnaíba-PI foram:

- pH;
- Temperatura;
- Oxigênio Dissolvido (OD);
- Gás Carbônico Livre (CO₂);
- Sólidos Totais (ST);
- Sólidos Totais Dissolvidos;
- Íons Cloreto;
- Alcalinidade total
- Dureza

5.5 PROCEDIMENTO DA COLETA

De acordo com o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (2011), existem alguns critérios para coleta, armazenamento e análise de amostras de água, no caso a Tabela 4 descreve os procedimentos seguidos para cada parâmetro.

Tabela 5 - Coleta e preservação de amostras para análise físico químicas

Parâmetros	Recipientes	Volume mínimo(mL)	Preservação	Prazo de validade
pH	*	*	*	Análise imediata
Temperatura	*	*	*	Análise imediata

OD	*	*	*	Análise imediata
ST/STD	Vidro, Plástico	500mL	Resfriamento (em gelo)	7 dias
Cloretos	Plástico	250mL	Resfriamento (em gelo)	28 dias
CO₂	*	100mL	*	Análise imediata
Alcalinidade	Vidro, Plástico	250mL	Resfriamento (em gelo)	24h
Dureza	Vidro, Plástico	250mL	Adicionar HNO ₃ 1+1 até pH < 2 / Resfriamento (em gelo)	6 meses

Fonte: Adaptado do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (2011)

As amostras de água foram coletadas, manualmente, a cerca de 10 cm abaixo da superfície líquida, e todos os frascos utilizados devidamente limpos, e durante a coleta em si, foram enxaguados três vezes com água do próprio ponto a fim de ambientar o recipiente e então procedeu-se a coleta para análise “*in loco*” ou armazenamento para transporte até o laboratório, para estas foi adquirida uma caixa de isopor onde estas amostras eram acondicionadas com gelo a fim de conservar suas características até as análises. Para os parâmetros de Cloreto e Dureza foi utilizado Branco para comparação de análises, sendo este Água destilada.

5.5.1 pH, Temperatura e OD

Com relação as medidas de pH, Temperatura e OD as determinações foram realizadas “*in loco*” no dia da coleta, mediante a introdução direta do eletrodo de medição (ou sensor do equipamento) no recipiente de coleta (cerca de 50 mL). O equipamento utilizado para medição de pH e Temperatura foi o Medidor Multiparâmetro portátil HANNA Instruments modelo HI 8424 para análises de água, e os valores determinados foram visualizadas diretamente na tela do equipamento.

Para as determinações de OD foi mergulhado um eletrodo sensível ao O₂ na amostra de água, este possui um desvio de $\pm 0,3$ mg/L O₂ para as determinações. O equipamento utilizado para medição de OD foi o Medidor Multiparâmetro portátil HANNA Instruments modelo HI 9146. Antes da leitura o aparelho foi calibrado: para esta calibração foram utilizados dois pontos de calibração: Primeiro o eletrodo foi imerso em uma solução padrão com concentração de

oxigênio dissolvido igual a zero, e depois o eletrodo foi suspenso no ar para realizar a calibração no valor de 100 mg/L de O₂. Feito o procedimento de calibração o eletrodo era inserido no frasco contendo a amostra de água para a determinação do valor de OD.

5.5.2 Gás Carbônico Livre

Esse parâmetro foi analisado “*in loco*”, sendo adicionado 100mL da amostra em um erlenmeyer (sem agitar); depois foram adicionadas 10 gotas de fenolftaleína para avaliar a presença de CO₂ (se a amostra mudasse de incolor para rosa, caracterizaria ausência de CO₂), em seguida, nas amostras que não coloriram prosseguiria-se com a análise, realizando a titulação com solução de Hidróxido de Sódio (NaOH) 0,02 mol/L gota a gota até o aparecimento da coloração levemente rósea e esta deveria persistir durante uns 30 segundos no mínimo. Esta análise foi realizada em triplicada para cada ponto de coleta.

5.5.3 Sólidos Totais e Sólidos Totais Dissolvidos

Os parâmetros para Sólidos Totais foram realizados no laboratório. Em cápsulas de porcelana previamente pesadas e taradas, foram adicionadas 100 mL da amostra, sendo estas novamente pesadas. Em seguida, as cápsulas foram levadas ao aquecimento em uma chapa aquecedora, esta mantida a 100 graus Celsius (°C), até a completa secagem. Em sequência, as cápsulas foram deixadas na estufa por 2 (duas) horas a 100 °C. E depois foram deixadas no dessecador por 1 (uma) hora para esfriar. Então, após esse procedimento a cápsula foi finalmente pesada e realizada a quantificação dos ST através da Equação 1 abaixo:

Equação 1- Cálculo de ST

• Sólidos Totais :

$$ST \text{ (mg/L)} = \frac{P_1 - P_0}{vol.amostra(L)} \cdot 1000$$

Onde:

- P₁ = peso da amostra com o cadinho, em mg;
- P₀ = peso do cadinho vazio, em mg;
- 1000 = Fator de conversão entre unidade de g para mg.

Com relação a análise de Sólidos Totais Dissolvidos, também realizados no laboratório, primeiramente foi adicionado um papel filtro à estufa a 100 °C, em seguida, o papel foi levado para a dessecador por um período de 2 (duas) horas, após este foi pesado na balança analítica.

Em seguida foi preparado o kit de filtração à vácuo, contendo kitassato, funil de buncher, o filtro de papel devidamente pesado e a bomba de vácuo da Marca FISATOM modelo 824. Então procedeu-se a filtração de 100mL da amostra, a seguir a papel de filtro com o filtrado foi levado para a estufa por 1 (uma) hora a 100 °C, posteriormente, levado ao dessecador para esfriar, e então esse papel contendo os resíduos da filtração foi pesado novamente, utilizou-se a Equação 2 para quantificação dos STD:

Equação 2 - Cálculo de SDT

• Sólidos em Suspensão Totais:

$$\text{SST (mg/L)} = \frac{P_1 - P_0}{\text{vol.amostra(L)}} \cdot 1000$$

Onde:

- P_1 = peso da amostra com o cadinho, em mg;
- P_0 = peso do cadinho vazio, em mg;
- 1000 = Fator de conversão entre unidade de g para mg.

5.5.4 Cloreto

As determinações de cloreto foram realizadas em laboratório, utilizando método padrão analítico de volumetria de precipitação, o método de Mohr. Segundo este método, para a determinação de cloretos, o haleto é titulado com uma solução padrão de nitrato de prata usando-se cromato de potássio como indicador. No ponto final, quando a precipitação do cloreto for completa, o primeiro excesso de íons Ag^+ reagirá com o indicador ocasionando a precipitação do cromato de prata, vermelho (VIEIRA, 2007).

Foi colocado 100 ml da amostra no erlenmeyer, ajustou-se o pH entre 7 e 10, sendo necessário adicionar 0,05ml de NaOH, a seguir foi adicionado 1 ml da solução indicadora de dicromato de potássio (K_2CrO_4). A titulação foi realizada empregando uma solução padrão de nitrato de prata 0,0141 mol/L até a viragem de amarelo avermelhado. Foi repetido o procedimento empregando uma água destilada considerando-a branco (a contraprova da titulação). Todos os pontos de coletadas foram realizados análise em triplicada, ao final de cada resultado de titulação foi quantificado o valor de cloreto através da Equação 3 abaixo - FUNASA (2013):

Equação 3 - Cálculo de Cloreto

$$\frac{\text{mg/L Cl} = (A-B) \times N \times 35,45}{\text{mL da amostra}}$$

Onde:

- A = mL do titulante gasto na amostra;
- B = mL do titulante gasto no branco;
- N = normalidade do titulante;
- 35,45 = massa atômica do Cl.

5.5.5 Alcalinidade Total

Alcalinidade total foi analisado em laboratório, sendo adicionado 50 ml da amostra no erlenmeyer, após, adicionou-se 3 gotas de uma solução indicadora de verde de bromocresol/vermelho de metila, em seguida foi realizada a titulação empregando uma solução de Ácido Sulfúrico 0,02 mol/L até a mudança da cor azul-esverdeada para róseo. Esta análise também foi realizada em triplicada, e para estimar os valores foi utilizada a Equação 4 abaixo, de acordo com a FUNASA (2013):

Equação 4 - Cálculo de Alcalinidade

$\text{Alcalinidade total em mg/L de CaCO}_3 = V \times 20$

Onde:

- V = volume total de H₂SO₄ gasto em mL;

5.5.6 Dureza

Essa análise foi feita no laboratório por tratar-se de uma volumetria de complexação padrão, que de acordo com VOGEL (2017) uma reação de complexação com um íon metálico envolve a substituição de uma ou mais moléculas de solvente, que estão coordenadas, por outros grupos nucleofílicos. A maioria dos íons metálicos reage com doadores de pares de elétrons para formar compostos de coordenação ou complexos.

A água, a amônia e os íons haleto são ligantes inorgânicos comuns. A água dura é geralmente determinada por meio de uma titulação com EDTA, portanto, um indicador para o íon magnésio, como a calmagita ou Negro de Eriocromo T, pode servir como indicador nas titulações de água dura. Frequentemente, uma pequena quantidade de quelato magnésio-EDTA é incorporada no tampão ou no titulante para assegurar a presença de íons magnésio suficiente para uma ação satisfatória do indicador (SKOOG et al, 2006).

Foi adicionado 25 mL da amostra em um balão volumétrico de 50 mL, este foi avolumado com água destilada até o menisco, sendo assim, realizou-se uma diluição de 1:2 v/v.

Em seguida foi transferido 100 mL dessa diluição para um becker de 100 mL, adicionou-se 1 mL da solução tampão, composta por uma mistura de cloreto de amônia (NH_4Cl) com hidróxido de amônia concentrado (NH_4OH), para assim elevar o pH a $10 \pm 0,1$; transferiu-se essa mistura para um erlenmeyer de 250 mL, onde foram adicionados 0,05 gramas do indicador negro de Eriocromo T. A seguir procede-se a titulação com EDTA 0,01 mol/L, agitando-se continuamente, até o desaparecimento da cor púrpura avermelhada e o aparecimento da cor azul (ponto final da titulação). Na oportunidade foi realizado uma amostra como contraprova (o chamado branco) utilizando a água destilada como amostra. Todas as análises foram realizadas em triplicada e a partir dos resultados das titulações utilizou-se a Equação 5 abaixo para quantificar os valores (FUNASA, 2013):

Equação 5 - Cálculo de Dureza

$$\text{Dureza total de mg/CaCO}_3 = \frac{\text{mL de ETDA} \times 1000 \times \text{Fc}}{\text{mL da amostra}}$$

Onde:

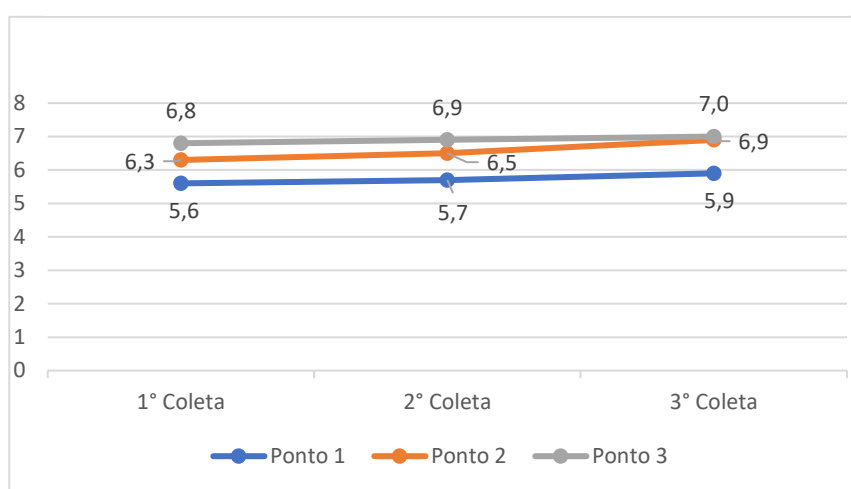
- 1000 = Fator de conversão entre unidade de g para mg;
- Fc = Fator de correção do EDTA quando houver e for diferente de 1.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 POTENCIAL HIDROGÊNIONICO (pH)

No gráfico 1 pode-se observar os valores obtidos referentes as taxas de pH que evidenciaram que P2 e P3, ambos apresentaram caráter neutro nas três coletas, demonstrando valores de pH dentro dos padrões CONAMA. Em contrapartida, o ponto 1 em todas as coletas apresentou caráter ácido (valores constantemente < 6), estando abaixo do padrão e do neutro, pois o ideal esperado seria entre 6 e 9.

Gráfico 1 - Valores de pH das amostras



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

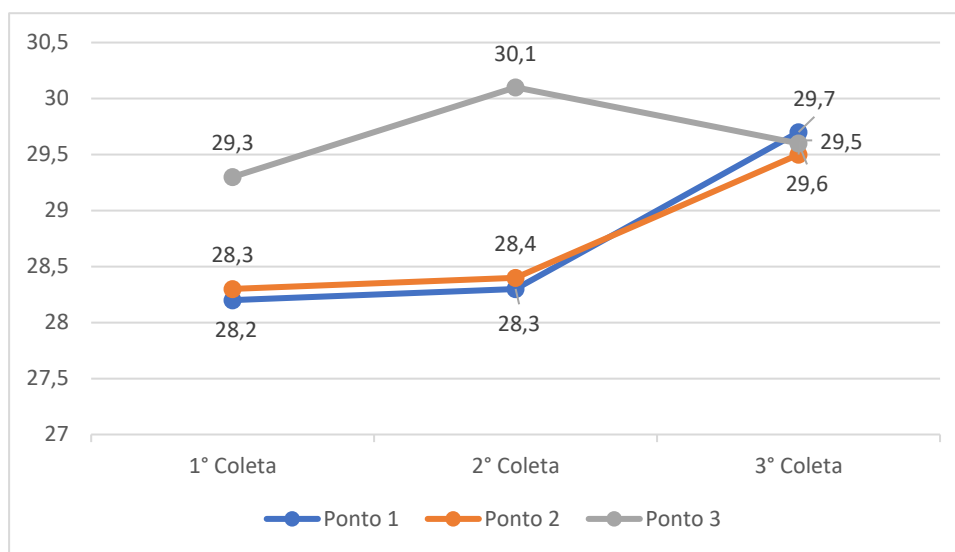
O pH encontrado nos 03 pontos de coleta, conforme evidenciado no gráfico, demonstra constância nos pontos coletados e variações entre eles. Sendo o valor mínimo encontrado de 5,6 e o máximo de 7,0, com um valor médio de pH igual a 6,3.

A legislação nacional e internacional não estabelece valores de PH para a água de consumo humano relacionados à proteção da saúde humana, pois do pontos de vista da saúde, o PH da água não representa risco à saúde. Apenas com a finalidade para fins operacionais de tratamento da água, as legislações recomendam que o Ph da água no sistema de distribuição pública seja mantido entre a faixa de Ph 6 e Ph 9,5 visando facilitado o tratamento da água nas diferentes etapas (floculação sedimentação e cloração), bem como evitar a ocorrência de problemas no serviço de abastecimento como corrosão na canalização e alteração na qualidade da água quanto a sabor e cor (ABINAM, 2020).

6.2 TEMPERATURA

A temperatura (em °C) encontrada nos 03 pontos de coleta, conforme demonstrado no gráfico 2, demonstra que mesmo com o período regular entre as coletas, a temperatura sofreu variação linear ascendente. Sendo o valor mínimo encontrado de 28,2 °C (P1 – coleta n°1) e a máxima de 30,1 °C (P3 – coleta n°2).

Gráfico 2 - Variações de Temperatura em °C



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

A resolução CONAMA N° 357/2005 não estabelece um valor limite de temperatura para a água doce Classe 3. Sendo assim, foi observado que nas amostras P1 e P2, as duas primeiras coletas apresentaram valores próximos e com variação mínima entre si, enquanto na terceira coleta destes pontos, houve uma elevação considerável de >1°C. Já com relação ao P3, este apresentou durante as três coletas, os valores mais elevados quando comparados aos demais. A média de temperatura foi de 29,04 °C no geral.

Este fato pode-se dar devido as coletas do P3 terem sido realizadas mais tardiamente com relação ao horário. No entanto, elevação da temperatura em um corpo d'água pode ser provocada por despejos residenciais e/ou industriais, os resultados obtidos nas amostras apresentaram uma variação da temperatura, sugerindo que existe a possibilidade de contaminação ambiental térmica.

Os ambientes aquáticos brasileiros apresentam, em geral, temperaturas na faixa de 20°C a 30°C, exceto no inverno, em regiões frias no Sul do país onde os valores variam entre 5°C e 15°C (BRASIL, 2014). A temperatura é considerada um parâmetro físico muito importante na avaliação da qualidade da água e possui importância também para a piscicultura, nesse sentido,

é válido ressaltar que os peixes são animais pecilotérmicos, ou seja, eles não regulam sua temperatura do corpo. Em vista disso, a temperatura ambiental tem um profundo efeito sobre o crescimento, a taxa de alimentação e o metabolismo destes animais. Temperaturas que se apresentem acima ou abaixo da faixa ideal podem inibir o crescimento, além de favorecer a incidência de doenças (SANTOS, 2018).

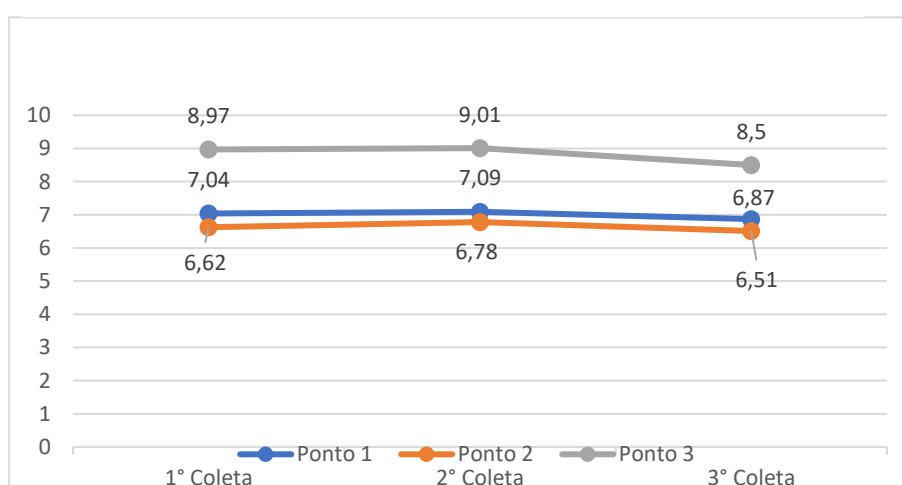
Este fator tem papel importante nas análises, visto que a temperatura presente na água influencia diretamente os processos físicos, químicos e biológicos existentes na mesma. Exercendo assim uma interferência na velocidade destas reações químicas, bem como em atividades metabólicas através da absorção de O_2 dos organismos e na solubilidade das substâncias através da precipitação dos compostos (FUZINATTO, 2009).

6.3 OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD)

A eutrofização artificial produz mudanças na qualidade da água, incluindo a redução de oxigênio dissolvido, da biodiversidade aquática, a perda das qualidades cênicas, a morte extensiva de peixes e o aumento da incidência de florações de microalgas e cianobactérias. Essas florações podem provocar o aumento no custo do tratamento da água de abastecimento e consequências relacionadas à saúde pública. (BRASIL, 2014).

As taxas de OD (em mg/L) demonstradas no gráfico 3, revelam que o P3 apresentou as maiores taxas nas três coletas realizadas, determinando o máximo de 9,01 mg/L. E o valor mínimo verificado foi no P2, com resultado de 6,51 mg/L, na segunda coleta. Realizando uma análise geral em todas as amostras encontrou-se uma média de OD igual a 7,48 mg/L.

Gráfico 3 - Valores de OD nas amostras



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Os valores de OD encontrados nas amostras demonstraram estar dentro dos parâmetros especificados pelo CONAMA, pois todos apresentaram-se acima de 4 mg/L. Para o ser humano, o predomínio de uma condição aeróbia no corpo d'água é fundamental, já que a maioria dos usos da água exige condições de qualidade só encontradas em ambientes aeróbios (BRASIL, 2006).

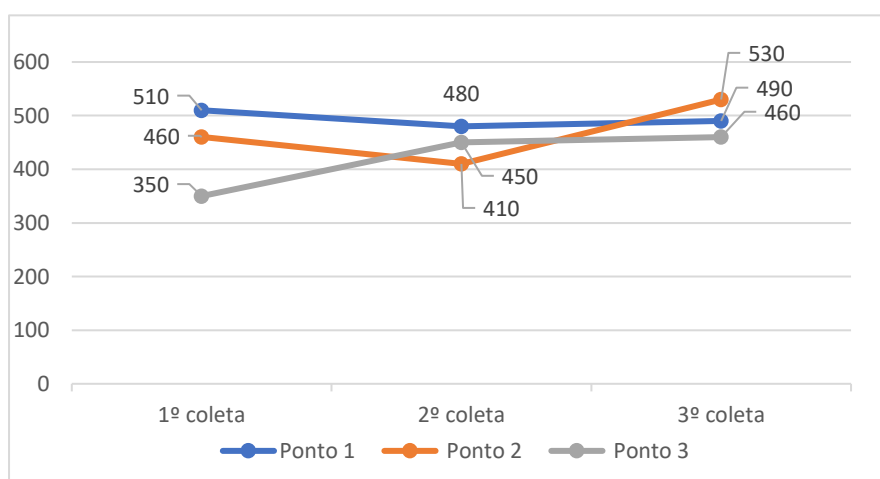
6.4 GÁS CARBÔNICO (CO₂)

As análises desse parâmetro evidenciaram que em todos os pontos não foi constatado a presença significativa de CO₂. De acordo com metodologia a FUNASA (2013), caso a amostra apresente Colorimetria a amostra não contém CO₂. A triplicada deste parâmetro para os três pontos em questão demonstrou os mesmos resultados, o que corrobora as análises de O₂ que encontraram-se consideravelmente acima do ideal estipulado pelo para cada ponto de coleta. Demonstrando que o corpo d'água apresenta-se viável à vida aquática.

6.5 SÓLIDOS TOTAIS (ST) E SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS (STD)

O gráfico 4 demonstra os valores referentes a ST, ao quais, apresentaram constantemente a presença de resíduos nas amostras. Pode-se verificar que o valor mínimo encontrado foi de 350 mg/L e a máxima encontrada foi de 530 mg/L, com uma média geral de 460 mg/L. O valor de desvio total para este parâmetro foi de 29,06 mg/L. O erro padrão estimado desta análise foi de 1,35 mg/L.

Gráfico 4 - Valores de ST nas amostras



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

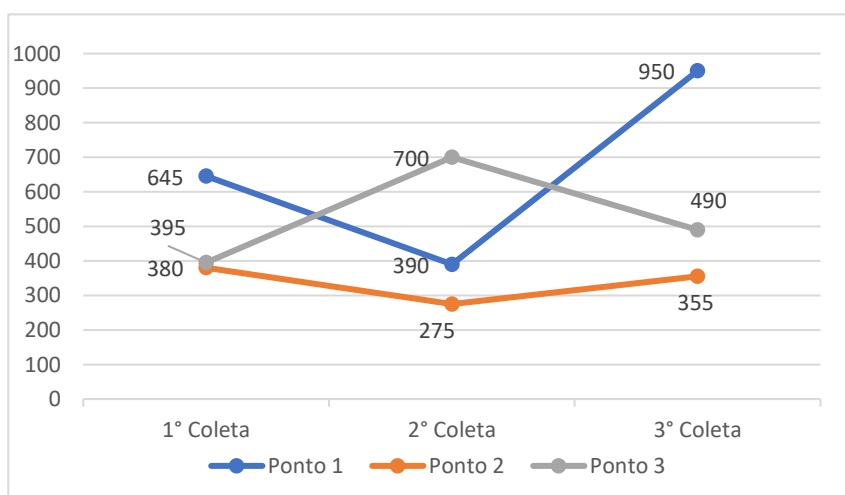
De acordo com BRASIL (2006) os ST revelam a qualidade estética da água, cuja importância sanitária reside no entendimento de que águas com inadequado padrão estético, mesmo microbiologicamente seguras, podem induzir os consumidores a recorrerem a outras

fontes. Considerando também que águas com elevado conteúdo de sólidos comprometem a eficiência da desinfecção, ou seja, nesse caso, os sólidos podem mostrar-se associados à presença de microrganismos.

De acordo com ESPÍNDOLA (2000) a concentração de sólidos nos ecossistemas aquáticos está fortemente relacionada a todas as impurezas encontradas no curso da água, com exceção dos gases. O que corrobora os achados visíveis às margens da Lagoa em questão, pois a mesma acabou se tornando um local de descarte de lixo doméstico, proveniente as residências adstritas, além de outros descartes oriundos de outros locais que podem chegar até lagoa através dos efluentes desta. Outro ponto pertinente a essa discussão é o fato de que as coletas foram realizadas em uma época do ano de estiagem, onde há diminuição do volume de água da Lagoa o que pode acarretar um maior acúmulo dos ST.

Já o gráfico 5 apresenta os dados referentes aos STD, demonstrando que os valores para este parâmetro encontram-se entre 275 mg/L e 950 mg/L, onde a média de STD encontrado foi de 553,88 mg/L. Sabendo que o limite estabelecido pela Resolução CONAMA para este parâmetro é 500 mg/L, pode-se verificar que o valor médio das análises está acima do permitido e analisando, individualmente, os pontos de coleta observa-se que há duas coletas no P1 e uma coleta no P3 que estão fora do valor estabelecido, vale ressaltar que há uma coleta no P1 que está quase com o dobro do valor permitido (950 mg/L). O valor de desvio total para este parâmetro foi de 78,00 mg/L. O erro padrão estimado desta análise foi de 3,45 mg/L.

Gráfico 5 - Valores de STD nas amostras



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

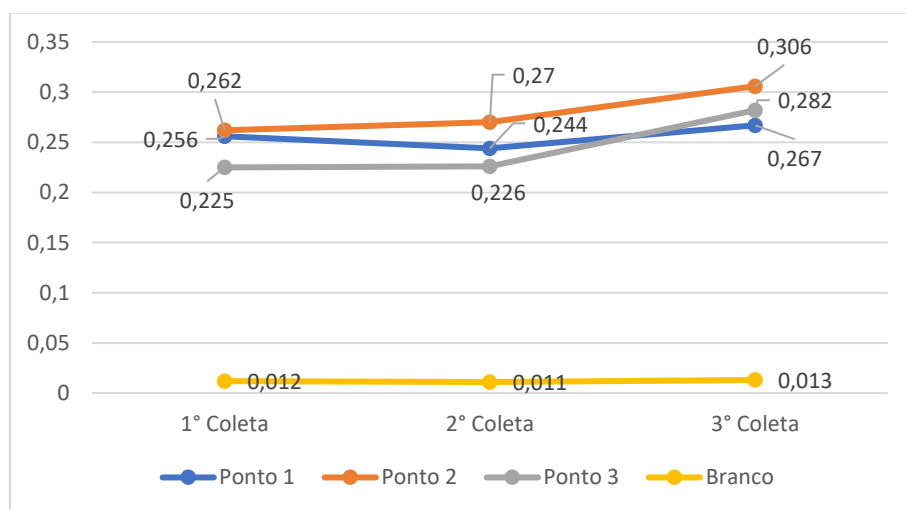
De acordo com CARVALHO E OLIVEIRA (2003), os sólidos dissolvidos na água indicam a presença de sais, ácidos minerais e outros contaminantes, demonstrando assim a carga de poluentes lançadas no curso de água.

6.6 ÍONS CLORETOS

Sabendo que os cloretos, geralmente, provêm da dissolução de minerais ou da intrusão de águas do mar, em altas concentrações, conferem sabor salgado à água ou propriedades laxativas, e ainda podem advir dos esgotos domésticos ou industriais (BRASIL, 2013; BRASIL, 2014).

Os dados do Gráfico 6 abaixo apresentam os valores de íons cloretos em cada ponto coletado, sendo o valor médio encontrado de 0,259 mg/L. Sabendo que os órgãos reguladores estabelecem que estes não ultrapassem 250 mg/L, os resultados encontrados para esta pesquisa, na Lagoa do Bebedouro, estão fora do recomendado. Conforme pode ser constatado tivemos pouca variação entre as análises, determinando o valor máximo em 0,306 mg/L no P2 durante a 3ª coleta, e o valor mínimo de 0,225 mg/L. O valor de desvio total para este parâmetro foi de 0,91 mg/L. O erro padrão estimado desta análise foi de 17,6 mg/L.

Gráfico 6 - Valores de Cloreto nas amostras



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Em referência à quantidade usualmente encontrada em águas doces, os cloretos não são prejudiciais; entretanto, altas concentrações do íon cloreto podem trazer restrições ao sabor e, desta maneira, levar o consumidor a procurar outras fontes de suprimento, frequentemente de qualidade sanitária pouco desejável (LEMOS, 2010).

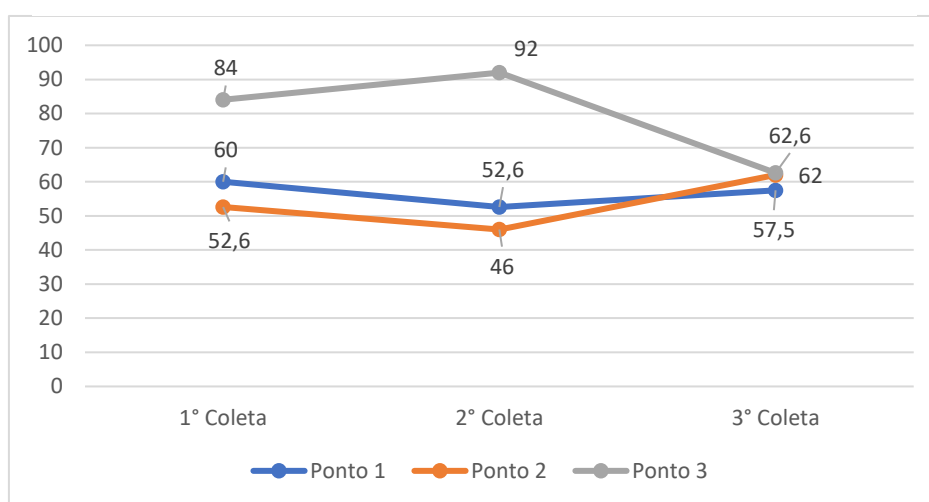
6.7 ALCALINIDADE

Nas águas naturais, as medidas de pH e de alcalinidade tem grande importância para o estudo da produtividade biológica, pois condicionam basicamente os demais processos físico-

químicos existentes em um corpo da água afetando assim a atividade biológica dos organismos aquáticos. No caso das águas de abastecimento e das águas residuárias, as medidas de alcalinidade são utilizadas tanto na interpretação quanto no controle de processos de tratamento (PARRON, 2011).

Os valores determinados para a alcalinidade da água nas amostras coletadas, conforme o gráfico 7 abaixo, demonstram que os três pontos apresentaram variações consideráveis durante as coletas. Os valores variaram entre 46mg/L e 92 mg/L, com uma média de 63,62mg/L. O valor do desvio para este parâmetro é de 0,38 mg/L. O erro padrão estimado desta análise foi de 22,3 mg/L.

Gráfico 7 - Valores de Alcalinidade nas amostras



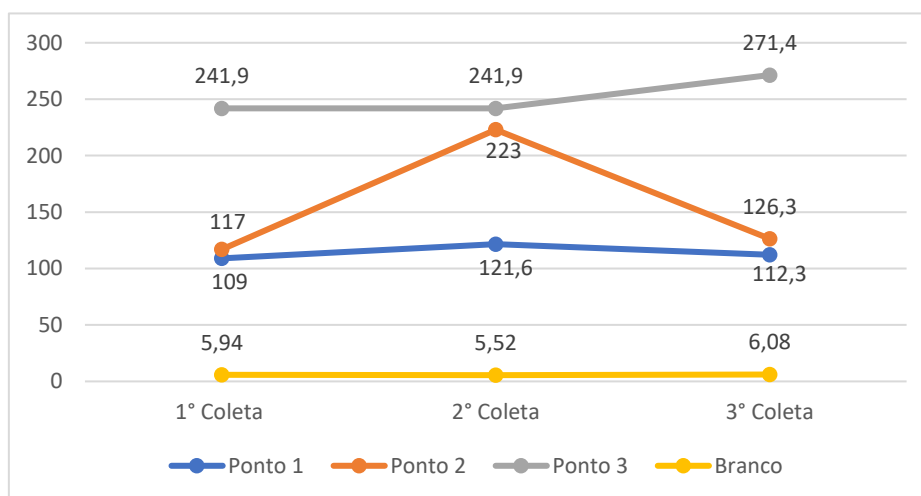
Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

O CONAMA não estabelece valores de referência para a alcalinidade da água, mas vale ressaltar que de acordo com Brasil (2006) a maioria das águas naturais apresenta valores de alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg/L de CaCO_3 . Valores elevados de alcalinidade estão associados a processos de decomposição da matéria orgânica e à alta taxa respiratória de microrganismos, com liberação e dissolução do CO_2 na água (BRASIL, 2006).

6.8 DUREZA

Os dados da dureza da água, conforme apresentado no Gráfico 8, demonstraram uma variação entre 109 mg/L e 271,4 mg/L, sendo a média de 173,82 mg/L. Nota-se que o P3 de coleta foi o que apresentou, durante as três análises, os valores mais elevados do que o restante das amostras. O valor de desvio total para este parâmetro foi de 0,02 mg/L. O erro padrão estimado desta análise foi de 0,1 mg/L.

Gráfico 8 - Valores de Dureza nas amostras



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Com relação a este parâmetro, a resolução CONAMA 357/05 não estabelece valores, porém, o Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS (2014) estabelece o limite de 500 mg/L para água potável, então, diante do exposto os resultados encontrados nesta pesquisa encontram-se dentro dessa norma citada.

Quanto a classificação, as amostras coletadas podem ser identificadas como duras, conforme exemplificado na tabela a seguir:

Tabela 6 - Classificação das águas quanto ao grau de dureza.

mg/L em termos de CaCO ₃	Classificação
0 - 75	Leves
75 - 100	Moderadamente duras
150 - 300	Duras
=/> 300	Muito duras

Fonte: Adaptado de BRASIL (2014)

A água para abastecimento urbano com níveis elevados de dureza pode causar um estranhamento e a não aceitação dessa água pela população, devido a presença do gosto salobra e também pela baixa formação de espuma em processos de lavagens domésticas (SOUSA, 2018). Esse fenômeno é bem conhecido na indústria, pois águas duras necessitam de um gasto maior de sabões ou detergentes, e também é muito prejudicial quando usada em caldeiras e

outros aparelhos em que a água é fortemente aquecida, pois ocorrem reações gerando cristais que incrustam em sistemas de tubulações (MARTINS, 2001; MENDONÇA, 2017).

7 CONCLUSÃO

A constatação obtida foi que com relação aos pontos analisados os valores, em sua maioria, estavam na faixa de aceitação estabelecida pela Resolução do CONAMA nº. 357/2005 para águas Classe 2. Em relação a variação de pH houve variações entre 5,6 a 7,0, conferindo a lagoa um caráter neutro, com tendências à acidez. As análises de temperatura nos três pontos, obtiveram uma variação considerada pequena, sendo 28,2 °C a temperatura mais baixa e 30,1 °C a mais alta.

Com relação as concentrações de OD, houve variação entre 6,51 mg/L a 9,01 mg/L. No caso do CO₂, as análises não evidenciaram a presença significativa deste parâmetro nas amostras. Nas análises de ST, observou-se a constante presença de resíduos nas amostras e nas determinações STD evidenciaram que o P1 e P3 ultrapassaram o limite estabelecido pelo CONAMA. Sobre o cloreto, o resultado das amostras constatou que este está dentro dos padrões estabelecidos. E quando a Alcalinidade e Dureza Total, apesar de não possuírem limites estabelecidos pelo órgão de fiscalização, apresentou resultados satisfatórios em conformidade com os dados da literatura para corpo hídrico.

Vale ressaltar que sugere-se a continuidade dos estudos, visando uma publicação na área ambiental, coletando nos mesmos pontos novas amostras no período chuvoso. E pretende-se com a divulgação dessa pesquisa conscientizar a população para melhorar a conservação da Lagoa, que no futuro bem breve possam adotar algumas medidas para abrandar a possibilidade de contaminação como: limpeza regular das áreas do entorno e maior efetividade na fiscalização contra canalizações ilegais de efluentes.

REFERÊNCIAS

- ABINAM. Associação Brasileira da Indústria de Águas Minerais. **O ph da água: quebrando o mito**. 2020
- ANA. Agência Nacional de Águas. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos** / Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão ... [et al.]. -- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.
- ANA. Agência Nacional de Águas. Ministério do Meio Ambiente. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos** / Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão ... [et al.]. -- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.
- AMÉRICO-PINHEIRO, J. H. P.; BENINI, S. M. **Monitoramento de recursos hídricos e parâmetros de qualidade de água em bacias hidrográficas**. Bacias hidrográficas: fundamentos e aplicações, v. 2, p. 204. Editora ANAP. 2018.
- BERGAMASCO, A. M. D. D. et al. **Contaminantes químicos em águas destinadas ao consumo humano no Brasil**. Cadernos Saúde Coletiva, v. 19, n. 4, p. 479-86, 2011.
- BRASIL, LEI nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Política Nacional Do Meio Ambiente**. 1981.
- Brasil. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 1ª ed. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água** / Fundação Nacional de Saúde – 4. ed. 150 p. – Brasília: Funasa, 2013.
- 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. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Diagnóstico do Abastecimento de água para consumo humano no Brasil em 2019**. Boletim Epidemiológico. Vol 51. nº 13. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Saneamento para Promoção da Saúde**. 2022. Disponível em: ><http://www.funasa.gov.br/saneamento-para-promocao-da-saude>< Acesso em 08 dez 2022.

CARVALHO, R. A; OLIVEIRA, M. C. V. **Princípios Básicos de Saneamento do Meio**. São Paulo. 3ªed.: Editora SENAC. São Paulo, 2003.

CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E.; EATON, A. D. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20th. ed. 1325 p. Washington, DC: American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation, 1998.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Dispõe sobre a 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. **RESOLUÇÃO nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005** Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005.

CORADI, Paulo Carteri; FIA, Ronaldo; PEREIRA-RAMIREZ, Orlando. **Avaliação da qualidade da água superficial dos cursos de água do município de Pelotas-RS**, Brasil. Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science, v. 4, n. 2, p. 46-56, 2009.

CORTEZ, Adria Vasconcelos et al. **Determinação de cloreto em águas por imagens digitais**. 2018.

DE ALMEIDA, Jaqueline Colvara et al. **Avaliação do Índice de Qualidade da Água na lagoa dos Patos**. 2013.

ESPINDOLA, E. L. G. et al. **A Bacia Hidrográfica do Rio do Monjolinho**. Rima, São Carlos, 2000.

FUZINATTO, C. F. **Avaliação da qualidade da água de rios localizados na ilha de Santa Catarina utilizando parâmetros toxicológicos e o índice de qualidade de água**.

Florianópolis: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Santa Catarina. 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GUEDES, Josiel de Alencar. **Poluição de rios em áreas urbanas**. Ateliê Geográfico, v. 5, n. 2, p. 212-226, 2011.

JATOBÁ, Sérgio Ulisses Silva. **Urbanização, meio ambiente e vulnerabilidade social**. 2011.

LEMO, Marcílio de; FERREIRA NETO, Miguel; DIAS, Nildo da S. **Sazonalidade e variabilidade espacial da qualidade da água na Lagoa do Apodi, RN**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, p. 155-164, 2010.

LISE, Vitória Carolina Santos. **No coração da cidade: requalificação da lagoa das capivaras-Garopaba-SC**. 2021.

MARENGO, José Antônio. **Água e mudanças climáticas**. Estudos avançados, v. 22, p. 83-96, 2008.

MARTINS, Geraldo Jorge Mayer et al. **Influência da dureza da água em suspensões de esmalte cerâmico**. 2001.

MENDONÇA, Jean Karlo Acosta; FLORES, Jéssica Soares. **Desenvolvimento de uma metodologia simples para determinação da dureza da água**. ScientiaTec, v. 4, n. 1, p. 133-142, 2017.

OLIVEIRA, Eduardo José Alécio de. **A poluição das águas e as cianobactérias**. / Eduardo José Alécio de Oliveira, Renato José Reis Molica. – Recife: IFPE, 2017

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Declaração da “ONU Água” para o Dia Mundial da Água 2019**. Disponível em: <https://ideiasustentavel.com.br/relatorio-mundial-sobre-agua-2019/> Acesso em: 17 dez de 2021.

PARNAÍBA, Jornal da. **Parque Ambiental Lagoa do Bebedouro em Parnaíba (PI)**. 2020. Disponível em: <https://www.jornaldaparnaiba.com/2020/05/parque-ambiental-lagoa-do-bebedouro-em.html> Acesso em: 29/01/2022.

PARNAIBA, Prefeitura Municipal de. **Dados Gerais da cidade de Parnaíba**. 2022. Disponível em: <https://parnaiba.pi.gov.br/phb/dados-gerais/> Acesso em: 30/01/22.

PARNAIBA, Prefeitura Municipal de. Lei n 3.352 de 13 fevereiro de 2019. **Lei de Política Municipal de Saneamento Básico do município de Parnaíba – Piauí e da outras providências**. 2019.

PARRON, Lucília Maria; MUNIZ, H. de F.; PEREIRA, Claudia Mara. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água**. Embrapa Florestas- Documentos (INFOTECA-E), 2011.

PEREIRA, Régis da Silva. **Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos**. Revista Eletrônica de Recursos Hídricos, v. 1, n. 1, p. 20-36, 2004.

PIAUI, Legislação Do Estado do. Lei nº 5.165 de 17/08/2000. **Política Estadual de Recursos Hídricos**. 2000.

PIAUI. Governo do. **Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Piauí**. Disponível em: <http://www.semar.pi.gov.br/> Acesso em: 13 de Mar de 2022.

RODRIGUES, Willian Costa. **Metodologia científica**. FAETE/IST. Paracambi. 2007.

SANTANA, Aroldo Costa; FREITAS, Diego Antônio França de. **Educação ambiental para a conscientização quanto ao uso da água**. 2012.

SANTOS, Monique Virões Barbosa dos et al. **Desenvolvimento de Sistema Automático de Análise de pH e Temperatura da Água para Aquicultura**. Anais do Computer on the Beach, p. 325-333, 2018.

SOUSA, Alice et al. **Avaliação do potencial coagulante/floculante da semente de Moringa Oleífera Lam (Moringaceae) na purificação de água da Lagoa do Apodi-RN**. 2018.

SKOOG, D. A, West, D. M., Holler, F. J., Crouch, S. R. **Fundamentos de Química Analítica**. Editora Thomson. Tradução da 8ª edição norte americana, 2006.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, Ministério do Desenvolvimento Regional. 2020. **Secretaria Nacional de Saneamento [SNS]**. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#> Acesso em 29/06/2022.

VIEIRA, Fernando Ireno et al. **Aplicação dos métodos volumétricos de precipitação e de óxido-redução na quantificação de iodo, iodeto de potássio e cloreto de potássio em medicamentos.** Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências Físicas e Matemáticas - Departamento de Química. 2007.

VOGEL, Arthur Israel. **Análise química quantitativa** / Vogel ; tradução Júlio Carlos Afonso, Paula Fernandes de Aguiar, Ricardo Bicca de Alencastro. - [Reimpr.]. - Rio de Janeiro: LTC, 2017.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Editora UFMG, 1996.