



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

VINÍCIUS JOSÉ CARVALHO

**ANÁLISE SAZONAL DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA DA
LAGOA GRANDE DE BURITI DOS LOPES – PI**

**PARNAÍBA
2023**

VINÍCIUS JOSÉ CARVALHO

ANÁLISE SAZONAL DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA DA
LAGOA GRANDE DE BURITI DOS LOPES – PI

Trabalho de Conclusão de Curso
(Monografia) apresentado como
exigência parcial e nota final para
obtenção do diploma do Curso de
Licenciatura em Química do Instituto
Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí, Campus Parnaíba.

Orientador: Prof. Dra. Márcia Valéria
Silva Lima

PARNAÍBA
2023

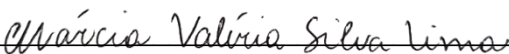
VINÍCIUS JOSÉ CARVALHO

ANÁLISE SAZONAL DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA DA
LAGOA GRANDE DE BURITI DOS LOPES – PI

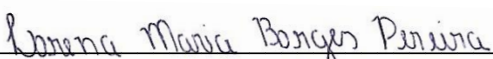
Trabalho de Conclusão de Curso
(Monografia) apresentado como
exigência parcial e nota final para
obtenção do diploma do Curso de
Licenciatura em Química do Instituto
Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí, Campus Parnaíba.

Aprovado em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dra. Márcia Valéria Silva Lima (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)


Prof. Dra. Janiciara Botelho Silva
Instituto Federal do Piauí (IFPI)


Prof. Ma. Lorena Maria Borges Pereira
Universidade Federal de São Carlos (UFScar)

“Esta monografia é dedicada aos meus pais, pilares da minha formação como ser humano.”

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, que fez com que meus objetivos fossem alcançados, ao longo de todo o período acadêmico.

A Minha família e namorada por todo o apoio e pela ajuda, que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

A professora Márcia Valéria por aceitar conduzir o meu trabalho de pesquisa. Sou imensamente grato pela orientação, compressão e todo apoio para realização desse trabalho.

Aos professores do IFPI Campus Parnaíba pelo aprendizado e acima de tudo, exemplo de dedicação à docência, e em especial a professora Ana Maria pelas orientações durante a disciplina de TCC.

A técnica do Laboratório do IFPI Campus Parnaíba Isabel, pelo auxílio e assistência durante as horas de análises que foram essenciais para concretização desta pesquisa.

Aos meus amigos da Licenciatura, Sabino, Beatriz, Rafael, Cibele, Bianca, Expedito, Warley, Lucas, Clara, Raquel, Manu e Leanderson que estiveram presente durante a minha formação e sempre torceram por mim, o meu eterno agradecimento.

Enfim a todos que participaram, direta ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, enriquecendo o meu processo de aprendizado.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

(José de Alencar)

RESUMO

A água é a essência da vida no planeta Terra, é um recurso fundamental para manutenção do meio ambiente e está associada a praticamente todas as atividades diárias do homem. Entretanto, o uso contínuo e inadequado desse recurso é tratado como preocupação social a muito tempo, devido os efeitos que tais ações antropogênicas causam na qualidade e na quantidade da água na natureza. A Lagoa Grande de Buriti dos Lopes-PI vem sofrendo modificações frequentes através do lançamento de poluentes dos mais variados tipos em torno de suas águas, evidenciando um descaso por parte da população. Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo analisar as propriedades físico-químicas (alcalinidade, cor, cloreto, dureza, pH, sólidos totais e turbidez) da água da lagoa grande do Buriti e avaliar eventuais mudanças desses parâmetros nos períodos sazonais de cheia e seca. As amostras de água foram coletadas em dois pontos distintos da lagoa em cada período sazonal. A determinação de cada parâmetro foi realizada de acordo com metodologias específicas e os resultados obtidos foram avaliados segundo a resolução CONAMA nº 357 de 2005. Os parâmetros variaram conforme a sazonalidade, apresentando maiores valores para o período seco, onde, os sólidos totais e a turbidez foram os únicos parâmetros que apresentaram valores acima dos limites estabelecidos pela legislação. Os resultados encontrados evidenciam que na época de cheia a água da lagoa encontra-se dentro dos padrões da legislação vigente, enquanto no período seco, suas propriedades são alteradas e alguns parâmetros apresentam-se acima do limite máximo exigido. Dessa forma, as características geoambientais da lagoa durante o período seco influenciam diretamente na qualidade de suas águas.

Palavras-chave: Lagoa Grande de Buriti dos Lopes-PI; Parâmetros físico-químicos; Sazonalidade.

ABSTRACT

Water is the essence of life on planet Earth; it is a fundamental resource for maintaining the environment and is associated with virtually all of man's daily activities. However, the continuous and inadequate use of this resource has been a social concern for a long time, due to the effects that such anthropogenic actions cause on the quality and quantity of water in nature. The lagoon of Buriti dos Lopes-PI has been undergoing frequent changes through the release of pollutants of various types around its waters, showing a disregard on the part of the population. In this sense, the present study aimed at analyzing the physical-chemical properties (alkalinity, color, chloride, hardness, pH, total solids and turbidity) of the water of the big Buriti lagoon and evaluating eventual changes of these parameters in the seasonal periods of flood and drought. Water samples were collected at two different points in the lagoon in each seasonal period. The determination of each parameter was carried out according to specific methodologies, and the results obtained were evaluated according to the CONAMA resolution No. 357 of 2005. The parameters varied according to seasonality, presenting higher values for the dry period, where total solids and turbidity were the only parameters that presented values above the limits established by legislation. The results show that in the flood season the water of the lagoon is within the standards of the current legislation, while in the dry season its properties are altered and some parameters are above the maximum limit required. Thus, the geoenvironmental characteristics of the lagoon during the dry season directly influence the quality of its water.

Keywords: Big Lagoon of Buriti dos Lopes-PI; Physicochemical parameters; Seasonality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo hidrológico	18
Figura 2 - Período chuvoso (A); período seco (B)	30
Figura 3 - Mapa da Lagoa Grande no município de Buriti dos Lopes	31
Figura 4 - Localização dos pontos 1 e 2 conforme a aplicação Google Earth	32
Figura 5 - Acondicionamento da amostra.....	33
Figura 6 - Amostras devidamente identificadas	33
Figura 7 - Coloração das amostras durante a determinação da alcalinidade: com a adição do indicador (A); ponto final da titulação (B)	35
Figura 8 - Análise da cor conforme metodologia do alphakit	36
Figura 9 - Coloração das amostras durante a determinação de cloreto: com a adição do indicador (A); ponto final da titulação (B)	37
Figura 10 - Coloração durante a determinação da dureza total: coloração após a adição do indicador (A); ponto final da titulação (B)	38
Figura 11 - Determinação do pH conforme metodologia do alphakit.....	39
Figura 12 - Análise de turbidez conforme metodologia do alphakit	39
Figura 13 - Determinação de sólidos totais: processo de secagem (A); calcinação (B). 40	

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição de água no planeta	17
Gráfico 2 - Utilização da água no mundo	21
Gráfico 3 - Resultados obtidos para alcalinidade	43
Gráfico 4 - Resultados obtidos para cor	44
Gráfico 5 - Resultados obtidos para cloreto	45
Gráfico 6 - Resultados obtidos para dureza	46
Gráfico 7 - Resultados obtidos para turbidez	48
Gráfico 8 - Resultados obtidos para sólidos totais	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classes de enquadramento	20
Quadro 2 - Uso da água nos seguimentos sociais e seus possíveis desperdícios	22
Quadro 3 - Métodos para determinação dos parâmetros físico-químicos	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação entre pH e as formas de alcalinidade	24
Tabela 2 - Classificação da água quanto à dureza	26
Tabela 3 - Parâmetros físico-químicas da água da lagoa grande de Buriti dos Lopes ...	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ALPHA	American Public Health Association
APDA	Associação Portuguesa de Distribuição e Drenagem de Águas
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EDTA	Etilenodiamino tetra-acético
ETAS	Estação de Tratamento de Águas
FUNASA	Fundação Nacional da Saúde
IFPI	Instituto Federal do Piauí
JTU	Jackson Turbidity Unit
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PET	Polietileno Tereftalato
SOSMA	SOS Mata Atlântica
UNT	Unidades Nefelométricas de Turbidez
WEF	World Economic Fórum
WWF	World Wildlife Fund

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1. ÁGUA E PLANETA TERRA	17
2.2. CLASSIFICAÇÃO E DETERMINAÇÕES DA QUALIDADE DA ÁGUA	19
2.3. UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS	20
2.4. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	23
2.4.1. Alcalinidade	23
2.4.2. Cor	24
2.4.3. Cloretos	25
2.4.4. Dureza	25
2.4.5. Potencial hidrogênico – pH.....	26
2.4.6. Turbidez	27
2.4.7. Sólidos Totais	28
3. OBJETIVOS.....	29
3.1. OBJETIVO GERAL	29
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
4. METODOLOGIA.....	30
4.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	30
4.2. ÁREA DE ESTUDO	30
4.3. MÉTODOS DE AMOSTRAGEM	31
4.3.1. Pontos de coleta	31
4.3.2. Coleta das amostras	32

4.4. MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS.....	33
4.4.1. Alcalinidade	35
4.4.2. Cor	35
4.4.3. Cloretos	36
4.4.4. Dureza	37
4.4.5. Potencial hidrogênico - pH	38
4.4.6. Turbidez	39
4.4.7. Sólidos totais	40
4.5 ANÁLISE E TRATAMENTO DOS RESULTADOS	41
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
5.1. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.....	42
5.1.1 Alcalinidade	42
5.1.2. Cor	44
5.1.3. Cloreto.....	45
5.1.4. Dureza	46
5.1.5. Potencial Hidrogênico – pH.....	47
5.1.6. Turbidez	48
5.1.7. Sólidos Totais	49
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
REFERÊNCIAS.....	52

1. INTRODUÇÃO

Os recursos naturais estão cada vez mais escassos no planeta Terra a medida com que o homem extrai e utiliza-os em prol de sua subsistência. Considerando as necessidades da sociedade contemporânea, o desenvolvimento econômico é algo natural e quase improvável de se interromper, no entanto, é urgente e necessário que a população discuta cada vez mais sobre as questões ambientais, em virtude da diminuição constante dos recursos disponíveis na natureza (CAVALCANTI et al., 2022).

A água é um dos recursos mais importantes do planeta, é essencial para existência da vida, e estar ligada diretamente ao progresso da civilização e manutenção do meio ambiente. É um recurso raro disponível na natureza, e provavelmente, o único que tem correlação com todos os aspectos sociais (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2020).

Mesmo com a indiscutível importância da água, este recurso está se tornando escasso na natureza devido as grandes modificações nos ciclos hidrológicos, o que interfere diretamente na quantidade e qualidade das águas pelo mundo (CAVALCANTI et al., 2022). Para se ter uma ideia, a escassez da água foi listada em 2019 pelo Fórum Econômico Mundial como um dos recursos de maior risco globais no que diz respeito a impactos potenciais na próxima década (WEF, 2019).

Estima-se que aproximadamente 97,5 % das águas existentes no planeta terra são salgadas, ou seja, são inapropriadas para o consumo humano. Dos 3% restantes, a maior parte (2,5%) está em regiões de difícil acesso como geleiras e calotas polares. Isso quer dizer que, em termos quantitativos, a população mundial dispõe apenas de 0,5% de água doce, estas, disponíveis em rios, lagos e reservas subterrâneas (BAPTISTA; NASCIMENTO, 2022).

O território brasileiro é privilegiado a nível mundial quando se trata de recursos hídricos utilizáveis, seu território possui cerca de 55.457 km² de águas doces, que corresponde entre 12 a 16% do total disponível no planeta (PAULA et al., 2021). Apesar do Brasil apresentar grande reserva de água doce, os principais rios brasileiros apresentam índices preocupantes de qualidade de água, o que afeta a disponibilidade, agrava a escassez e a exclusão hídrica (SOSMA - FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2022). Outro ponto a se atentar, é que alguns estados brasileiros sofrem com a escassez de água devido as questões climáticas e geológicas, como por exemplo, os da região

nordeste que sofrem com baixo volume de chuvas e o verão mantém-se na maior parte do ano (NASCIMENTO, 2017).

A Lagoa Grande do Buriti alvo principal desta pesquisa faz parte da bacia hidrográfica do Parnaíba, uma das fontes hídricas mais importantes do Nordeste. A lagoa representa elevada importância na economia da cidade e sustento de famílias ribeirinhas, que a utilizam para pesca, criação de animais e para agricultura (SILVA, et al., 2014). Mesmo com essa importância, a lagoa vem sofrendo modificações que podem ser observadas com passar do tempo como por exemplo, prolongamento do período seco, baixa produtividade agrícola e presença de dejetos em sua encosta, se tornando necessário uma atenção especial no que diz respeito a qualidade e preservação desse corpo hídrico.

De acordo com a classificação das águas doces da resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) de 2005, a água da Lagoa Grande do Buriti caracteriza-se como água doce da classe 2, uma vez que, sua água pode ser destinada ao consumo humano após o tratamento convencional, recreação do contato primário, irrigação de cultivos em geral e atividade de pesca.

Águas superficiais estão sujeitas a alterações constantes devido as ações antrópicas e naturais, levando a mudança na qualidade da água. As propriedades físico-químicas, estão associadas diretamente a essas mudanças, assim, a avaliação desses parâmetros torna-se uma medida importantíssima para o gerenciamento adequado e sustentável de corpos hídricos (KULIS, 2022).

Partindo desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar as características físico-químicas da água da Lagoa Grande do Buriti nos períodos de cheia e seca, buscando contribuir com informações acerca da qualidade desse corpo hídrico, levando em consideração a resolução nº 357/2005 do CONAMA, no que diz respeito a seção das águas doces da classe 2.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

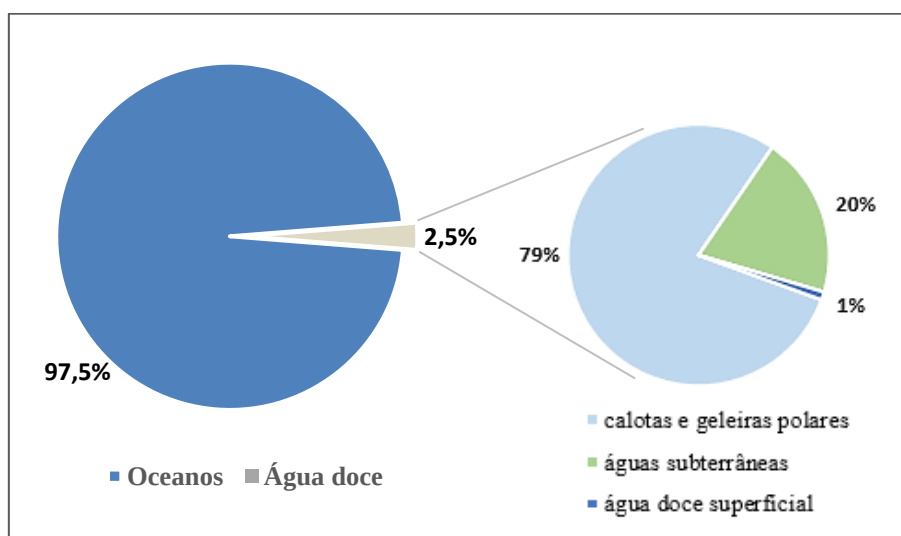
2.1. ÁGUA E PLANETA TERRA

Os estudos sobre a evolução dos seres vivos reconhecem a água como um fator primordial para a formação das primeiras formas de vida no planeta. Nela, originaram-se em um primeiro momento os organismos primitivos que por seguinte se desenvolveram levando ao surgimento de espécies terrestres (PALUDO, 2010).

Segundo Richter (2015), o planeta Terra é conhecido como “planeta água” por possuir $\frac{3}{4}$ de sua superfície constituído por água. A água está distribuída na Terra nos três estados físicos da matéria, sólido, líquido e gasoso. Sólida, sob a forma de gelo ou neve, líquida, nos rios, lagos e mares e gasosa na atmosfera. Tais formas de água in natura apresentam impurezas como gases, sais dissolvidos e matéria em suspensão que as condicionam como águas não tão puras.

Estima-se que 96,4% da água existente em todo planeta estão presentes nos oceanos, estas, conferem o sabor salgado. Uma pequena porção de 1,1% encontrada em alguns lagos e áreas subterrâneas e também são consideradas salinas. Isso quer dizer que 97,5% da água do planeta é inapropriada para consumo humano. A parcela restante de 2,5% é doce e pode ser utilizada pelo homem, entretanto, somente 1% desse volume é encontrada de forma viável (Figura 1) (BAIRD; CANN, 2011).

Gráfico 1 - Distribuição de água no planeta



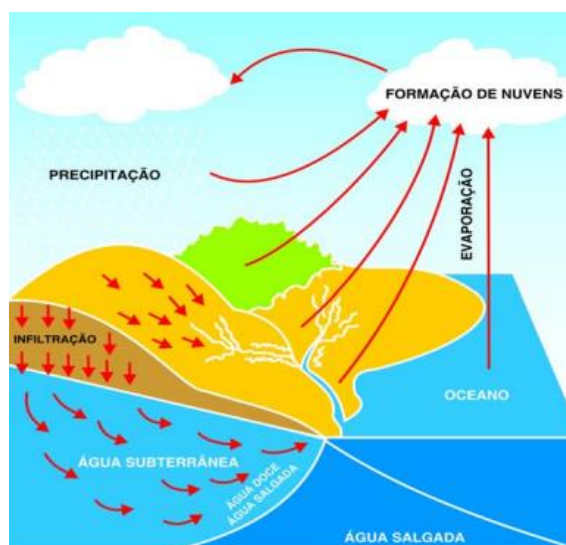
Fonte: Adaptado de BAIRD e CANN (2011).

Segundo Cardozo (2017), a água doce não está distribuída da mesma maneira pelo mundo, pois cada país possui ecossistemas diferentes, o que contribui consideravelmente

na disponibilização hídrica. As fontes de água doce nos continentes são escassas e se dividem em água subterrâneas e superficiais que são aquelas provenientes de rios, lagos e açudes. Essas fontes de água são de extrema importância para o desenvolvimento socioeconômico e qualidade de vida da sociedade, pois, auxiliam nas diversas atividades humanas (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2020).

O volume de água doce nas reservas naturais está estritamente ligado ao ciclo hidrológico, este, por sua vez depende das variações do meio ambiente. O ciclo hidrológico é o processo de mudança da água em seus diferentes estados físicos da matéria, é responsável pela renovação constante da água, por isso é considerado um fenômeno ímpar para disponibilização de água doce no ecossistema (RICHTER, 2015). Esse processo biogeoquímico ocorre em diferentes etapas (Figura 2), iniciando-se pela precipitação da água na superfície e completando-se pela evaporação dos corpos d'água e evapotranspiração dos vegetais (CARDOSO, 2017).

Figura 1 - Ciclo hidrológico



Fonte: Ministério do meio ambiente (2007).

É evidente, que água está ligada a manutenção da vida no planeta, pois, toda e qualquer espécie viva necessita da água para sobreviver, aliás, todo organismo vivo é composto principalmente de água. Um ser humano, por exemplo, realiza diversos processos orgânicos essenciais (função circulatória do sangue, digestão, respiração, excreção urinária, transpiração, etc.) e detém cerca de 70% de água em seu corpo. A manutenção desses processos só é possível na presença de água (MARCHETTI; SANTOS, 2020).

É singular a contribuição da água ao bem-estar humano, ela auxilia na saúde corporal, prevenção de doenças, em atividades esportivas, no saneamento básico, limpeza

pública, produção de alimento entre outros. Quanto ao meio ambiente, a água é essencial para o equilíbrio e conservação da fauna e flora, participando do ciclo da vida dos componentes bióticos presentes na natureza (WWF-Brasil, 2006).

A água foi, é, e sempre será fundamental a vida, para qualidade no dia a dia das pessoas, para sustentabilidade, e em geral para biodiversidade no planeta Terra (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2020).

2.2. CLASSIFICAÇÃO E DETERMINAÇÕES DA QUALIDADE DA ÁGUA

Por meio da resolução A/RES/64/292 de 2010, a Organização das Nações Unidas (ONU) reconheceu a água como um direito fundamental de todo cidadão, que a mesma deve ser disponibilizada a população de forma limpa e segura garantindo sua plena utilização (ONU, 2010).

De acordo com atividade humana em que a água será utilizada ela precisa atender padrões de qualidade que garantam a segurança e o bem estar da população. Essa qualidade exigida depende exclusivamente das características físicas, químicas e biológicas do corpo hídrico (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2020). Segundo Monteiro (2018) a água será considerada potável independentemente da sua proveniência, desde de que a mesma atenda os padrões de potabilidade e não oferece riscos a população. (apud RODRIGUES, 2014).

O CONAMA, por meio da resolução 357 de 17 de março de 2005, dispõe sobre as condições necessárias para que um corpo d'água superficial esteja saudável, levando em consideração a sua classe e utilização. Importante mencionar que esse documento foi alterado e complementado pelas resoluções 393/2007, N° 397/2008, N° 410/2009 e N° 430/2011.

A resolução supracitada estabelece a classificação da água sob três condições encontradas na natureza, sendo elas, doces, salinas e salobras. Para cada categoria o documento possui subclassificações, fundamentadas em determinados critérios de qualidade que as mesmas devem possuir para atender a demanda da população, a saúde do homem e o equilíbrio ecológico do ambiente aquático. A qualidade da água em cada subclassificação é definida pelos usos preponderantes da mesma, onde cada uma delas exige determinados limites máximos para os parâmetros físico-químicos e biológicos. A subclassificação referente a seção I, das águas doces superficiais e suas formas de utilização para enquadramento podem ser observadas no quadro 1.

Quadro 1 - Classes de enquadramento

USOS DAS ÁGUAS DOÇES		ESPECIAL	1	2	3	4
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas		Classe mandatória em unidades de conservação de proteção integral				
Proteção das comunidades aquáticas			Classe mandatória em terras indígenas			
Recreação de contato primário						
Aquicultura						
Abastecimento para consumo humano		Após desinfecção	Após tratamento simplificado	Após tratamento convencional	Após tratamento convencional ou avançado	
Recreação de contato secundário						
Pesca						
Irrigação		Hortaliças consumidas cruas e frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película	Hortaliças, frutíferas, parques, jardins, campos de esporte e lazer	Culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras		
Dessedentação de animais						
Navegação						
Harmonia paisagística						

Fonte: SOSMA (2022).

Existem outras legislações acerca das águas brasileiras que contribuem para o controle e uso dos recursos hídricos. A portaria nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde encontra-se informações acerca do controle de qualidade das águas destinadas ao consumo humano no Brasil. O documento diz respeito sobre as normas de vigilância e os padrões de potabilidade a serem seguidas pelos sistemas de abastecimento, constando neste, os valores máximos permitidos para certos parâmetros de avaliação da qualidade da água, como turbidez, cloreto, pH, sólidos totais etc.

Segundo Furtado e König (2008), tais classificações contribuem na destinação e no uso preponderante de cada categoria, visto que individualmente são exigidos um conjunto de condições e padrões preestabelecidos na resolução supracitada.

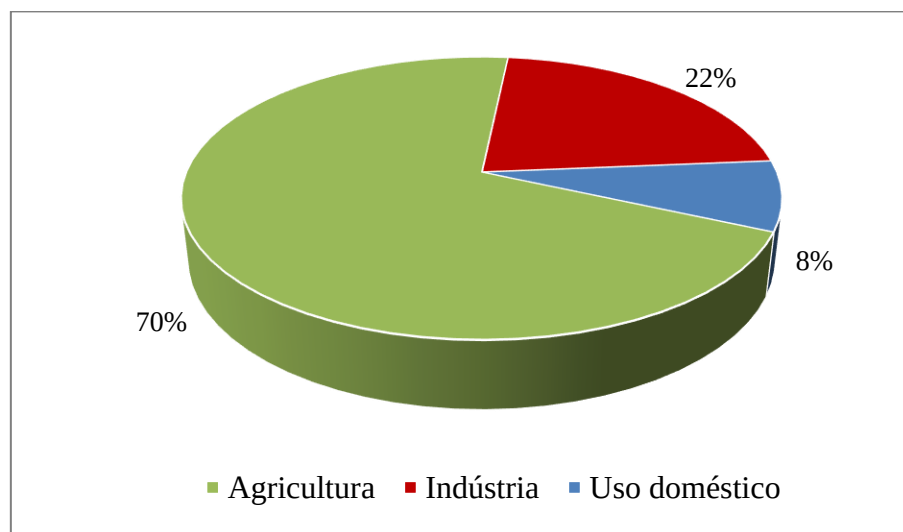
2.3. UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Todo e qualquer ser vivo depende da água para sua sobrevivência, o que faz com que esse recurso seja utilizado diariamente nas mais diversas atividades. Algumas espécies necessitam da água simplesmente para realizar suas funções vitais, outras, como a espécie humana, também utiliza para realizar outras atividades não biológicas (HORNINK, 2016). O avanço socioeconômico da sociedade propicia o desenvolvimento de novas atividades e aplicações para água, tornando o seu uso cada vez mais diversificado (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2020).

De acordo com Baird e Cann (2011), um ser humano consome vários litros de água por dia e ainda utiliza para outras tarefas, como, tomar banho, cozinhar, lavar louça e casa, no vaso sanitário, entre outras. O volume de água utilizada por pessoa em um dia varia entre 60 a 120 litros, isso se não forem realizadas outras atividades que consomem muito mais, como, lavagem de carro e irrigação de jardins. Conforme a Organização Mundial da Saúde (OMS) uma pessoa necessita de 110 litros de água por dia, o que corresponde a 3,3 mil litros por mês (OMS, 2003). Segundo a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), no Brasil utiliza-se aproximadamente 40% a mais de água do que o recomendado pela OMS, e em alguns estados essa porcentagem chega a ser muito maior (ANA, 2021). Tais dados indicam uma falta de planejamento ou de consciência do brasileiro quanto aos usos múltiplos da água.

A água como um dos recursos de maior aplicabilidade do mundo possui diferentes peculiaridades, como a quantidade e qualidade para cada uma de suas formas de utilização (ANA, 2021). Nos setores mundiais em geral são utilizados milhares de litros de água por dia, especialmente na agricultura. Só nesse setor são gastos 70% da água doce mundial devido a utilização constante de sistemas de irrigação. A indústria aparece logo depois como segundo setor que mais consome água no mundo, seguido do uso domésticos que representam 8% do montante total. Tais dados podem ser observados no gráfico 2.

Gráfico 2 - Utilização da água no mundo



Fonte: Adaptado de WWF-Brasil (2006).

O conjunto dos múltiplos uso da água também ocasionam outros impactos na natureza, como, a contaminação do solo, desmatamento de áreas verdes, poluição do ar e principalmente a escassez desse recurso (WWF-Brasil, 2006). A gestão adequada dos recursos hídricos, seja pelas instituições governamentais ou pela população também é de

suma importância, pois, ações conscientes e sustentáveis acerca da utilização da água contribuirá efetivamente na conservação da mesma. A WWF-Brasil (2006), elaborou um quadro relacionando o uso e o desperdício de água em alguns seguimentos social que pode ser observado no quadro abaixo.

Quadro 2 - Uso da água nos seguimentos sociais e seus possíveis desperdícios

Segmento	Usando água	Abusando e esbanjando água
Doméstico	No abastecimento em geral, na higiene, na limpeza, na culinária, na rega de jardim e hortas	“Varrendo” calçadas com água limpa; deixando a torneira aberta ao escovar os dentes, fazer a barba, lavar a louça; lavando o carro com a mangueira; tomando banhos demorados; torneiras pingando e vazamentos. Poluindo a água limpa: lançando lixo e esgoto nos rios e córregos ou no vaso sanitário, entupindo os encanamentos; não limpando a caixa d’água.
Público	Na limpeza de repartições públicas, lavagem de ruas, manutenção de fontes e chafarizes, rega de parques e áreas verdes, em incêndios, como meio de transporte dos efluentes domésticos e industriais.	Desperdício de água na rede de distribuição pelos vazamentos. Sistema de abastecimento de água ineficiente, saneamento básico, coleta e tratamento de esgoto, vazamentos, não tratando os esgotos coletados que serão devolvidos aos cursos d’água. Planejando de forma inadequada a gestão dos recursos hídricos: separando a administração da água da administração do solo, da água subterrânea, da água de superfície, do suprimento de água e dos ecossistemas aquáticos, poucos processos de reuso da água
Lazer, turismo e esporte	No abastecimento da rede hoteleira, passeios, hidrovias, manutenção de piscinas, represas, esportes náuticos, marinas.	Vazamentos, falta de manutenção de equipamentos, nas regas dos jardins, nas atitudes dos turistas. Lançando o esgoto sem tratamento e o lixo diretamente nos rios, córregos e praias
Industrial	Em todos os processos produtivos, no resfriamento e lavagem de equipamentos, pisos e pátios, banheiros e restaurantes.	Vazamentos, equipamentos desregulados, lavagem de pisos e ambientes das fábricas com desperdício. Poluindo a água durante a produção e, depois, devolvendo-a, sem tratamento aos cursos d’água. Pouco investimento em processos de reuso de água
Agricultura	Na irrigação de todos os tipos de cultura	Técnicas de irrigação que desperdiçam muita água em vazamentos. Utilizando excessivamente produtos e adubos químicos. Jogando embalagens vazias no solo e nos cursos d’água. Desmatando áreas de vegetação nativa e de proteção dos cursos d’água. Provocando a erosão do solo pelo mau planejamento do plantio
Comércio	Na limpeza geral e nos diversos usos em restaurantes, supermercados, postos de gasolina, lava-a-jato, hospitais, armazéns, consultórios odontológicos, entre outros.	Vazamentos, lavagem de pisos e ambientes de trabalho, pelas atitudes dos funcionários e usuários dos serviços de comércio. Falta de manutenção dos equipamentos. Lançando lixo, óleo e esgoto
Pecuária	No fornecimento de água para os animais e na manutenção das pastagens	Falta de manutenção dos bebedouros dos animais, desperdício de água nos chuveiros para aliviar o calor, na lavagem dos estábulos, vazamentos nos encanamentos e redes de irrigação das pastagens, técnicas de irrigação que gastam muita água. Causando erosão nos pastos, assoreando os cursos d’água, jogando lixo, restos de animais e fezes nos rios e córregos. Desmatando grandes áreas de vegetação

Navegação e transporte	Na locomoção de navios, barcos e balsas.	Degradando cursos d'água; poluindo a água com óleo, lixo e resíduos da lavagem dos motores embarcações. Degradando as margens dos rios: desbarrancamento das margens pelas embarcações, provocando a erosão e o assoreamento
Geração de energia	Nas usinas hidrelétricas, na geração de energia maremotriz, nos moinhos d'água, nas barragens e represas.	Planejando de forma inadequada os projetos e obras: mudança no regime das águas, desmatamento, perda da fauna nativa, alagamento de grandes áreas com a necessidade de remoção de populações ribeirinhas

Fonte: Adaptado de WWF-Brasil (2006).

2.4. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

As águas naturais possuem uma relação íntima com o meio, com o solo, a flora, a fauna, o ar atmosférico e as ações do homem. Esses processos naturais em conjunto com as intervenções humanas envolvem diversos elementos e substâncias químicas que podem influenciar diretamente na qualidade da água e consequentemente no equilíbrio ecológico (CHAGAS et al., 2020).

A legislação brasileira através da resolução CONAMA n° 357 de 17 de março de 2005 determina um conjunto de parâmetros necessários para avaliar a qualidade hídrica de águas superficiais, bem como, os padrões máximos e mínimos que as mesmas devem atender.

Os parâmetros físico-químicos da água são um conjunto de análises expressas por meio de concentração ou outros valores numéricos que tem por finalidade avaliar a melhoria ou conservação da qualidade da água em um determinado corpo hídrico (BRASIL, 2006).

2.4.1. Alcalinidade

A alcalinidade da água é um parâmetro associado à sua capacidade de neutralizar íons H^+ provenientes de ácidos. Esse parâmetro é mensurado pelo somatório de seus principais constituintes, sendo eles, os ânions bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2-}) e hidróxidos (OH^-) (CARDOSO, 2017).

Segundo Libânio (2016), a forma aniônica em que se apresenta a alcalinidade está relacionada diretamente com o pH do meio conforme a tabela 1. O autor ainda explica que alcalinidade em copos d'água quase sempre é analisada pelo teor de bicarbonatos presentes na amostra, pois, a maior parte apresenta pH entre 4,4 a 8,3, faixa característica

de íons bicarbonatos. Entretanto, devem-se considerar também os carbonatos quando o pH está entre 8,3 a 9,4 e hidróxidos quando os valores ultrapassam 9,4.

Tabela 1 - Relação entre pH e as formas de alcalinidade

Faixa de pH	Forma aniônica de alcalinidade
4,4 – 8,3	Bicarbonatos (HCO_3^-)
8,3 – 9,4	Bicarbonatos (HCO_3^-) e Carbonatos (CO_3^{2-})
< 9,4	Carbonatos (CO_3^{2-}) e Hidróxidos (OH^-)

Fonte: Adaptado de Libânio (2016).

De acordo com Bortoli (2016), uma alcalinidade elevada está associada à decomposição da matéria orgânica e consequentemente com liberação de gás carbônico (CO_2) pelos organismos. Nesse sentido, a determinação desse parâmetro é primordial, pois, fornece informações como características corrosivas, taxa de carbono inorgânico e extensão de fotossíntese no meio aquático.

A maior parte de águas *in natura* possuem teores de alcalinidade entre 30 a 500 mg/L de CaCO_3 (BRASIL, 2006). Apesar de ser um parâmetro importante a legislação brasileira não determina um valor limite de alcalinidade, no entanto, recomenda sua análise.

2.4.2. Cor

De acordo com Sampaio et al. (2019), o aparecimento de cor na água é criada pelo fenômeno da reflexão da luz quando entra em contato com minúsculas partículas sólidas dissolvidas no corpo d'água, principalmente quando esse material encontram-se em condição coloidal.

A presença de coloração da água pode estar relacionada a contaminação antrópica, como por exemplo, o descarte de dejetos industriais e esgoto doméstico, mas também pode apresentar uma coloração natural, que neste caso, divide-se em cor aparente ou verdadeira. A cor aparente refere-se à coloração da água ocasionada pela refração da luz sob substâncias em suspensão, ou em estado coloidal, enquanto a verdadeira, é decorrente do efeito da refração da luz em substâncias dissolvidas, como, ácidos húmidos, íons em solução e decomposição orgânica (SILVA et al. 2021).

Segundo a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), corpos de água naturalmente coloridos são encontrados em áreas ricas em componentes orgânicos que conferem cor à

água através da decomposição da matéria (FUNASA, 2013). A análise deste parâmetro físico é mais para fins estéticos de aceitação do que para fins de saúde, uma vez que o consumidor demanda por uma água isenta de coloração (OLIVEIRA, 2016).

De acordo com a Resolução nº 357/2005 do CONAMA, o padrão considerado ideal pela população e permitido pela legislação para cor aparente deve ser no máximo 75 uH (unidade Hazen). Para classe 2, das águas doces, o documento estabelece o mesmo limite máximo.

2.4.3. Cloretos

Os cloretos normalmente se apresentam na natureza na forma de sais, sendo os mais comuns o cloreto de Sódio (NaCl), cloreto de potássio (KCl) e cloreto de cálcio (CaCl₂) (FUNASA, 2014).

Segundo Cortez (2018), a presença desses íons na água pode ser proveniente de origens naturais (mistura de águas oceânicas com águas doces, dissolução de matéria orgânica e solos ricos em minerais) ou antrópicas (dissolução em salinas, despejos de efluentes industriais, e perfuração de poços para exploração de petróleo).

As concentrações de cloretos em águas *in naturas* podem variar entre pequenas a enormes quantidades. A concentração de cloretos em um corpo d'água pode restringir a sua utilização, por exemplo, uma fonte hídrica com grande teor de cloreto dificilmente vai ser utilizada para consumo, pois, confere um sabor desagradável, além de efeito laxativo (SPERLING, 2014).

A resolução nº 357/2005 do CONAMA determina o teor máximo de 250 mg/L de cloretos para águas doces de classe 2.

2.4.4. Dureza

A dureza é uma propriedade que está diretamente ligada a concentração de sais minerais no corpo d'água, em especial os íons de cálcio e magnésio, sendo mais comuns os cátions Ca²⁺ e Mg²⁺, respectivamente. A dureza total de uma amostra de água é analisada principalmente pela presença dos íons citados anteriormente, no entanto, outros cátions metálicos como bário (Ba²⁺), manganês (Mn²⁺), ferro (Fe²⁺), estrôncio (Sr²⁺) e alumínio (Al³⁺) podem ser considerados em estudos sobre a qualidade hídrica (LIBÂNIO, 2016).

Segundo Andrade et al. (2010), a determinação da dureza da água é feita comumente por volumetria de complexação, onde, é possível mensurar quantitativamente os íons de cálcio e magnésio presentes em uma amostra previamente tamponada em pH alcalino através da titulação de uma solução padrão de ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA). O EDTA desenvolverá a função de ligante modificando a coloração da solução titulada para azul na presença de um indicador negro de eriocromo.

De acordo com a Funasa (2014), a dureza da água é determinada pela concentração em mg/L de carbonato de cálcio (CaCO_3) e indica o seu grau de dureza conforme a tabela 2.

Tabela 2 - Classificação da água quanto à dureza

Mole ou branda	dureza inferior a	50 mg/L de CaCO_3
Dureza Moderada	dureza entre	50 mg/L e 150 mg/L de CaCO_3
Dura	dureza entre	150 mg/L e 300 mg/L de CaCO_3
Muito dura	dureza acima de	300 mg/L de CaCO_3

Fonte: Adaptado de FUNASA (2014).

Cálcio e magnésio são duas fontes minerais importantíssimas na manutenção do corpo humano, e a água por apresentar uma combinação significativa desses minerais deve estar sempre equilibrada. No cotidiano podemos realizar uma observação qualitativa quanto a dureza da água, por exemplo, uma água dura tem a característica de não produzir espuma em contato com sabões e detergentes, enquanto a branda origina grande quantidade. Já uma água muito dura pode-se examinar apenas pelo sabor, pois, a mesma possui um gosto desagradável (APDA, 2012).

O CONAMA através da resolução nº 357 de 2005, estabelece um limite máximo de 500 mg/L para dureza dos corpos d'água brasileiros.

2.4.5. Potencial hidrogênico – pH

O potencial hidrogênico – pH é uma propriedade adimensional que determina a concentração de íons hidrogênio em uma solução aquosa. Dependendo da concentração de H^+ a amostra é classificada em ácida, básica ou neutra através de uma escala antilogarítmica que vai de 0,0 a 14,0, onde, ácida $\text{pH} < 7$, básica $\text{pH} > 7$ e neutra $\text{pH} = 7$ (BROWN, 2016).

De acordo com Cardozo (2017), o pH influencia diretamente na dissolução de diferentes compostos químicos na água, na disposição de moléculas ionizadas e por consequência no grau de precipitação de elementos tóxicos. Segundo Gasparotto (2011), o potencial hidrogênico da água sofre variações facilmente e essas mudanças podem ser ocasionadas naturalmente (oxidação da matéria orgânica, fotossíntese, sedimentação de rochas) ou pela ação do homem (lixo urbano e industrial). De acordo com o autor, ambientes aquosos com problemas de acidez ou alcalinidade podem dificultar o crescimento e reprodução de organismos.

Apesar do mencionado, Sperling (2014), diz que esse parâmetro não se evidencia como um risco a saúde pública, embora em casos específicos onde os valores de pH encontram-se muito abaixo ou acima da neutralidade pode ocasionar coceira nos olhos e na pele.

Em virtude da importância desse parâmetro para a manutenção do ecossistema aquático a resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece que o pH deve estar na faixa entre 6 e 9.

2.4.6. Turbidez

Ao contrário da cor, que é uma propriedade física causada por materiais dissolvidos na água, à turbidez se dá principalmente pela presença de matéria em suspensão que reduzem sua transparência e a transmissão de luz no meio (CONCEIÇÃO, 2020). Em geral, pode-se dizer que o valor de turbidez é proporcional à concentração de substâncias suspensas na água, portanto, não deve ser confundida com sua coloração (SPERLING, 2014).

Segundo Chagas et, al. (2020), partículas rochosas de argila, sílica e silte resultantes da sedimentação do solo, compostos inorgânicos provenientes de lixos domésticos e dejetos industriais são exemplos de substâncias que causam a turbidez.

Ecossistemas aquáticos que não permitem a passagem de luz sofrerão danos biológicos, como a proliferação de microrganismos prejudiciais à potabilidade da água, por isso, Cavalcante et al. (2022), recorda a importância de medir os parâmetros de turbidez ao estudar os níveis de qualidade da água.

De acordo com Secretaria de Vigilância em Saúde (2006), a água *in natura* normalmente apresenta uma turbidez no intervalo de 3 a 500 unidades nefelométricas - UNT. A obra técnica ainda esclarece que a turbidez interfere diretamente na eficácia da

desinfecção da água, portanto, para o consumo humano os valores de turbidez devem ser menores que uma UNT.

A resolução nº 357/2005 do CONAMA recomenda para águas doces de classe 2 um valor máximo de 100 UNT.

2.4.7. Sólidos Totais

Os sólidos totais são um conjunto de substâncias orgânicas ou inorgânicas contidas na água que podem estar distribuídos nas formas suspensa ou dissolvida (BRASIL, 2006). Os sólidos em suspensão são aqueles que podem ser retidos do líquido através de processos de filtração, por isso, são considerados poluentes convencionais e são provenientes principalmente de matéria orgânica. Já os sólidos dissolvidos são micromoléculas menores que $10^{-3} \mu\text{m}$ que permanecem no líquido após a filtração. Esses sólidos compreendem basicamente de sais inorgânicos como cloretos, nitratos, carbonatos, bicarbonatos, fosfatos e também alguns íons orgânicos dissolvidos (APHA, 2017).

De acordo com Sperling (2014) a origem de sólidos em um determinado corpo hídrico pode estar relacionada tanto por questões naturais, através da erosão do solo e detritos orgânicos, quanto por ações antrópicas, através de lançamento de rejeitos industriais e o descarte de lixo e esgoto doméstico.

É de suma importância o monitoramento da concentração dos sólidos totais em corpos hídricos, pois níveis elevados de sólidos na água podem aumentar a temperatura da água, diminuir a porcentagem de oxigênio, prejudicar a fotossíntese de plantas aquáticas, além de afetar as propriedades organolépticas da água (LOUGON, 2009 apud VITÓ et al., 2016).

É estabelecido pela resolução nº 357/2005 do CONAMA como padrão de exigência da classe 2 das águas doces um valor máximo de até 500 mg/L de sólidos totais dissolvidos.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Analisar as propriedades físico-químicas da água da Lagoa Grande do Buriti durante o período chuvoso e seco.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reconhecer o ambiente de estudo e definir os pontos de coleta;
- Coletar amostras de água em pontos pré-estabelecidos durante os períodos sazonais chuvoso e seco;
- Determinar os parâmetros físico-químicos (alcalinidade, cloretos, cor, dureza, pH, sólidos totais e turbidez) das amostras de água;
- Identificar as possíveis variações entre os parâmetros analisados no período seco e chuvoso e compara-los com os limites estabelecidos para águas doces de classe 2 pela resolução nº 357/2005 do CONAMA.

4. METODOLOGIA

4.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Tomando como ponto de partida o objetivo desse estudo, que é realizar uma análise das propriedades físico-químicas da água da lagoa grande de Buriti dos Lopes-PI, bem como, os procedimentos metodológicos necessários para efetivação desse propósito, definiu-se o método experimental com abordagem quanti-qualitativa como melhor delineamento a ser adotado na pesquisa.

Segundo Gil (2017), a pesquisa experimental possui uma abordagem científica, onde, se determina um objeto de estudo, seleciona as variáveis que podem influenciá-lo e por fim, define-se as formas de controle e observações dos efeitos que essas variáveis produzem no objeto.

4.2. ÁREA DE ESTUDO

A Lagoa Grande do Buriti está localizada no município de Buriti dos Lopes, norte do estado do Piauí. Situada a 3 km da zona urbana a lagoa possui uma dimensão de 35 Km de circunferência que quando cheia seu formato assemelha-se com uma castanha de caju (SILVA; NUNES, 2021).

Durante o período chuvoso (dezembro a abril) a lagoa mantém-se cheia, enquanto no período de estiagem (maio a novembro) reduz consideravelmente seu volume de água (figura 2) (FROTA; SILVA, 2019).

Figura 2 - Período chuvoso (A); período seco (B)



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Pertencente a bacia hidrografia do Parnaíba, a lagoa grande do Buriti é formada pela deságua dos rios Parnaíba e Longá (Figura 3), além de diversas lagoas que se destacam como a lagoa dos Porcos e do Salgado (SILVA et al., 2015). A lagoa está localizada geograficamente nas coordenadas 3° 12' 18" Sul e 41° 53' 23" Oeste.

Figura 3 - Mapa da Lagoa Grande no município de Buriti dos Lopes



Fonte: Adaptado de Google Earth (2022).

A lagoa representa uma grande importância socioeconômica para o município, tendo como principal utilização o plantio de arroz, atividade que confere ao município o posto de terceiro maior produtor do estado. Além disso, a água da lagoa é utilizada para pesca, lazer, criação de animais e atividades domésticas em geral pela comunidade buritiense (FROTA; SILVA, 2019).

4.3. MÉTODOS DE AMOSTRAGEM

4.3.1. Pontos de coleta

As amostras de água foram coletadas em dois pontos (1 e 2) equidistantes da lagoa estabelecidos conforme alguns critérios de localização. Desse modo, o ponto 1 foi demarcado próximo a margem, enquanto o ponto 2 na zona central da lagoa, mantendo-se uma distância considerável entre os mesmos com o objetivo de analisar possíveis alterações na qualidade da água nesses locais. A utilização das áreas demarcadas varia conforme a sazonalidade da lagoa, por exemplo, a área do ponto 1 é utilizada comumente

para lazer durante o período cheio, e para o plantio de arroz no período seco. Já o ponto 2, como é uma zona muito afastado da margem da lagoa é mais utilizado para a pesca e navegação. Utilizando imagens de satélite da ferramenta Google Earth foram definidos a localização dos pontos amostrais bem como as coordenadas geográficas dos mesmos conforme pode ser visualizado na figura 4.

Figura 4 - Localização dos pontos 1 e 2 conforme a aplicação Google Earth



Fonte: Adaptado de Google Earth (2022).

4.3.2. Coleta das amostras

A coleta das amostras de água seguiu o procedimento adotado no manual de controle de qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS elaborado pela Funasa em 2014. Dessa forma, a coleta iniciou-se enxaguando o frasco de amostragem três vezes com a própria água a ser coletada. Em seguida, mergulhou-se o frasco até atingir aproximadamente 15 a 30 cm de profundidade, posicionou-o contra a corrente até seu enchimento, e por fim, desprezou-se uma pequena porção da amostra para permitir a homogeneização.

As coletas foram realizadas nos meses de abril e setembro, chuvoso e seco, respectivamente. Todas as coletas foram feitas no período da manhã entre as 7:00h as 9:00h a fim de evitar possíveis interferências nos resultados. Em cada ponto, foi coletado 2 (dois) litros de água que foram acondicionados em frascos de Polietileno Tereftalato

(PET) com tampa, conforme a figura 5. Importante salientar que antes da coleta essas garrafas foram previamente lavadas e enxaguadas.

Figura 5 - Acondicionamento da amostra



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Após a coleta, o material foi transportado até o laboratório de química do Instituto Federal do Piauí – Campus Parnaíba (IFPI), onde foi identificado e acomodado em refrigerador para realização das análises físico-químicas conforme a figura 6.

Figura 6 - Amostras devidamente identificadas



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

4.4. MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS

As análises físico-químicas (alcalinidade, cor, cloreto, dureza, pH, turbidez e sólidos totais) foram realizadas no laboratório de química do IFPI - Campus Parnaíba utilizando metodologias específicas para cada parâmetro. Cada análise foi feita em triplicata buscando a confiabilidades dos resultados. Os métodos utilizados, bem como as literaturas consultadas para determinação dos parâmetros estão relacionados no quadro 3.

Quadro 3 - Métodos para determinação dos parâmetros físico-químicos

Parâmetro	Método	Referência
Alcalinidade	Método titulométrico do ácido sulfúrico	BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água / Fundação Nacional de Saúde – 4. ed. – Brasília: Funasa, 2013.
Cor	Método de comparação visual	ALFAKIT. Metodologia Analítica. Alfakit Ltda. Florianópolis-SC. 2006.
Cloreto	Método titulométrico do nitrato de prata	BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água / Fundação Nacional de Saúde – 4. ed. – Brasília: Funasa, 2013.
Dureza	Método titulométrico do EDTA	BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água / Fundação Nacional de Saúde – 4. ed. – Brasília: Funasa, 2013.
pH	Método indicador	ALFAKIT. Metodologia Analítica. Alfakit Ltda. Florianópolis-SC. 2006.
Turbidez	Determinação de turbidez LQ: 0,1 NTU	ALFAKIT. Metodologia Analítica. Alfakit Ltda. Florianópolis-SC. 2006.
Sólidos Totais	Método gravimétrico	APHA, AWWA, and WEF, 2005. “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, 23st ed. American Public Health Association, Washington. 2017.

Fonte: Arquivo pessoal (2022).

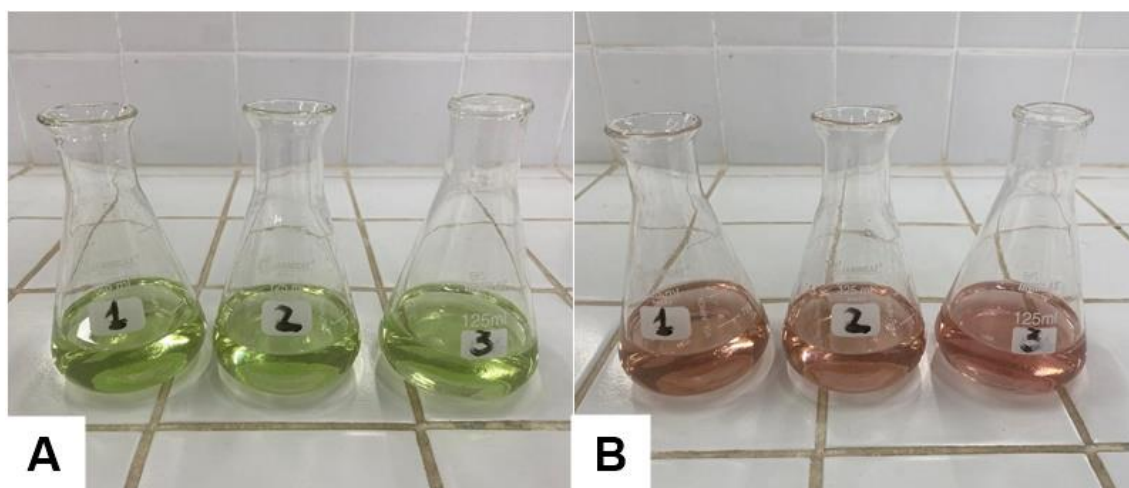
4.4.1. Alcalinidade

A alcalinidade será determinada por titulação ácido-base, onde os íons alcalinos da amostra reagem com a adição de um ácido padrão, tendo o ponto final detectado através de um indicador ou pHmetro (FREITAS, 2020).

Conforme a metodologia descrita pela Funasa (2013), mediu-se 50 mL da amostra com uma proveta e transferiu-se o volume para um erlenmeyer de 125 mL. Em seguida adicionou-se a amostra 3 gotas da solução indicadora de verde de bromocresol/vermelho de metila. Posteriormente titulou-se a solução amostral preparada com uma solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4) 0,02 mol/L até a mudança da cor esverdeada para róseo (figura 7). Por fim, anotou-se o volume em mL de H_2SO_4 (V) gastos na titulação para realização dos cálculos conforme a equação 1, onde, o número 20 corresponde a multiplicação entre o peso molecular do CaCO_3 em mg e a normalidade do H_2SO_4 , para o volume supracitado na metodologia.

$$\text{Alcalinidade total e mg/L de CaCO}_3 = V \times 20 \quad (1)$$

Figura 7 - Coloração das amostras durante a determinação da alcalinidade: com a adição do indicador (A); ponto final da titulação (B)



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

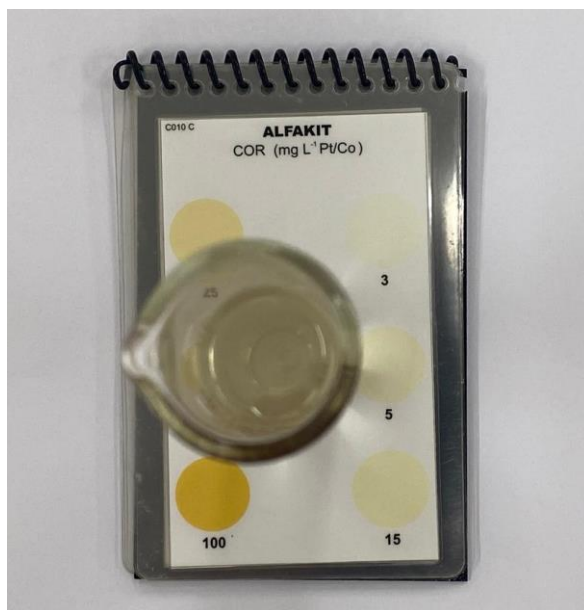
4.4.2. Cor

A análise desse parâmetro foi realizada pelo método de comparação visual, um método simples, onde é possível fazer uma comparação entre a cor da amostra com um

disco de diferentes tonalidades de uma solução padrão de cloroplatinato de potássio (K_2PtCl_6) em cloreto de cobalto ($CoCl_2$) (APHA, 2017).

Dado essa metodologia, a análise da cor iniciou-se adicionando 50 mL da amostra em uma proveta de vidro e retirando a sua base plástica para melhor comparação visual. Em seguida, a vidraria foi posicionada sobre a cartela de cores disponível no alphakit e fez-se a comparação da cor de cima pra baixo conforme pode ser observada na figura 8.

Figura 8 - Análise da cor conforme metodologia do alphakit



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

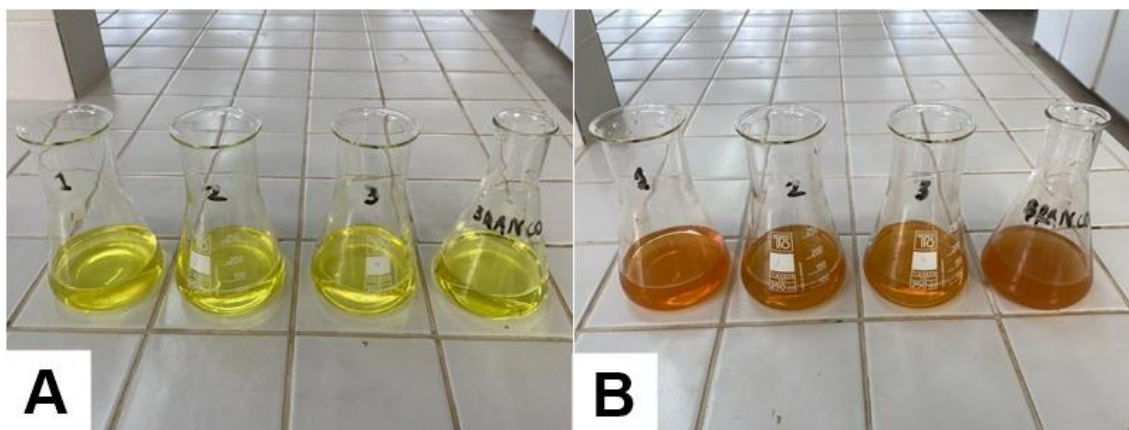
4.4.3. Cloretos

Para determinação de cloreto é comumente utilizado o método de Mohr, que também é chamado de argentometria pelo fato de seus três principais métodos usarem o nitrato de prata ($AgNO_3$) como solução padrão para titulação. A técnica baseia-se na formação de um precipitado através da titulação de uma solução neutra ou alcalina de íons cloretos com uma solução padrão de $AgNO_3$. O ponto final da titulação é observado quando ocorre a formação de um precipitado avermelhado (APHA, 2017).

Baseado pelo manual de análise de água da Funasa (2013), foi medido 100 ml da amostra na proveta e transferiu-se para um Erlenmeyer de 250 mL. Em seguida, ajustou-se o pH entre 7 e 10 com a adição hidróxido de sódio ($NaOH$) 1 M e adicionou-se 1 mL da solução indicadora de cromato de potássio (K_2CrO_4). Titulou-se a amostra com uma solução-padrão de nitrato de prata 0,0141 mol/L até a viragem de amarelo para vermelho

tijolo, que é o ponto final da titulação (figura 9). Ainda foi feito um teste em branco, repetindo todo processo utilizando água destilada, pois, o resultado desse teste é um dos fatores utilizados na equação para cloreto.

Figura 9 - Coloração das amostras durante a determinação de cloreto: com a adição do indicador (A); ponto final da titulação (B)



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

O resultado para cloreto é obtido a partir da equação 2, onde, A é o mL do titulante gasto na amostra, B é o volume em mL do titulante gasto no branco, N a concentração do titulante e o número 35.45 a massa molar do cloreto em g/mol.

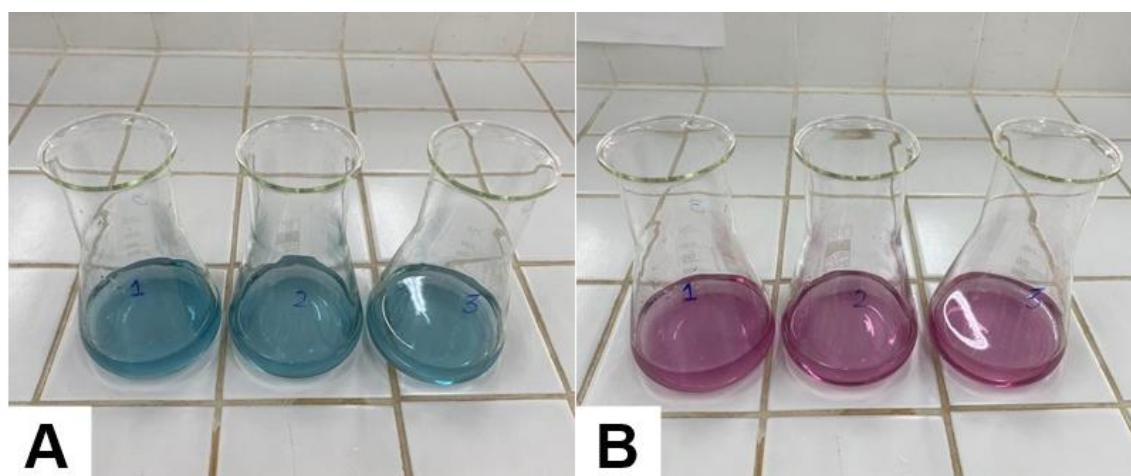
$$mg/L \text{ Cl} = \frac{(A-B) \times N \times 35.45}{ml \text{ da amostra}} \quad (2)$$

4.4.4. Dureza

A dureza foi determinada por volumetria de complexação, técnica que permite a quantificação dos íons de cálcio e magnésio presentes em uma amostra previamente tamponada em pH alcalino, através da titulação de uma solução padrão de etilenodiamino tetra-acético (EDTA) 0,01 mol/L (ANDRADE, et al., 2010).

Seguindo as etapas da metodologia supracitada, a determinação desse parâmetro iniciou-se diluindo 25 mL da amostra em 50 mL de água destilada em um Erlenmeyer de 250 mL. Logo depois, a amostra foi tamponada a pH 10 adicionando 2 mL da solução tampão. Posteriormente, foi adicionado 0,05 g do indicador negro de eriocromo T e titulada com EDTA 0,01 molar até o desaparecimento da cor rosa e o aparecimento da cor azul. A coloração após a adição do indicador e a coloração após a titulação pode ser observada na figura 10.

Figura 10 - Coloração durante a determinação da dureza total: coloração após a adição do indicador (A); ponto final da titulação (B)



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Após todo procedimento foi feito um teste em branco com água destilada, onde, o valor de EDTA obtido foi subtraído do volume de EDTA gasto na titulação da amostra. Essa diferença foi utilizada como volume (mL de EDTA) aplicado no cálculo da equação 1, onde, Fc é o fator de correção e o número 1000 corresponde a multiplicação entre a molaridade do EDTA e o peso molecular do CaCO_3 em mg, cálculo este, simplificado na metodologia utilizada.

$$\text{Dureza total em mg/L CaCO}_3 = \frac{\text{mL de EDTA} \times 1000 \times Fc}{\text{ml da Amostra}} \quad (3)$$

4.4.5. Potencial hidrogênico - pH

Os valores de pH foram obtidos de acordo com a metodologia do Alphakit (2006), onde, se utiliza o reagente azul de bromotimol como indicador de pH e uma cartela colorimétrica para visualização do resultado.

Para determinação da cor, transferiu-se 5 mL da amostra para um cubeta de 5ml e adicionou-se 1 gota do indicador azul de bromotimol. Seguidamente, fechou-se a cubeta, agitou-se, e posicionou a mesma sobre a cartela colorimétrica do alphakit. Por fim, foi realizado a comparação visual da cor de cima pra baixo e determinou-se o valor de pH conforme a figura 11.

Figura 11 - Determinação do pH conforme metodologia do alphakit

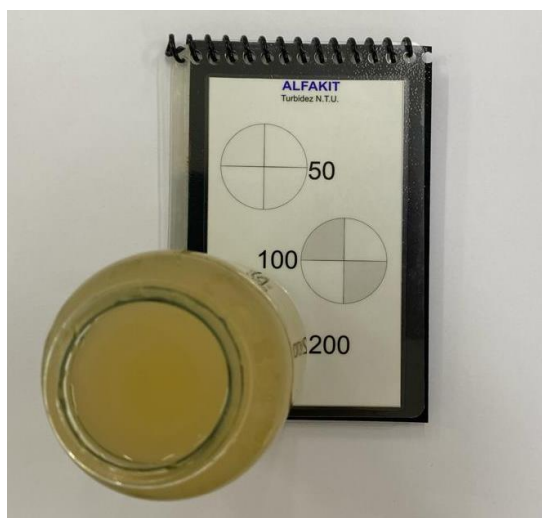


Fonte: Arquivo pessoal (2022).

4.4.6. Turbidez

Para determinação da turbidez seguiu-se o método nefelométrico que consiste na determinação da luz dispersa pela amostra num ângulo de 90° em relação a direção da luz incidente, comparando-a com a intensidade de luz dispersa por uma suspensão padrão definida (FUNASA, 2014). Inicialmente adicionou-se a amostra em uma cubeta grande até o limite máximo de sua borda. Posteriormente, a cubeta foi posicionada sobre a cartela de cores para turbidez do Alphakit, realizou-se a comparação da cor de cima pra baixo (figura 12) e anotou-se o valor indicado na cartela.

Figura 12 - Análise de turbidez conforme metodologia do alphakit



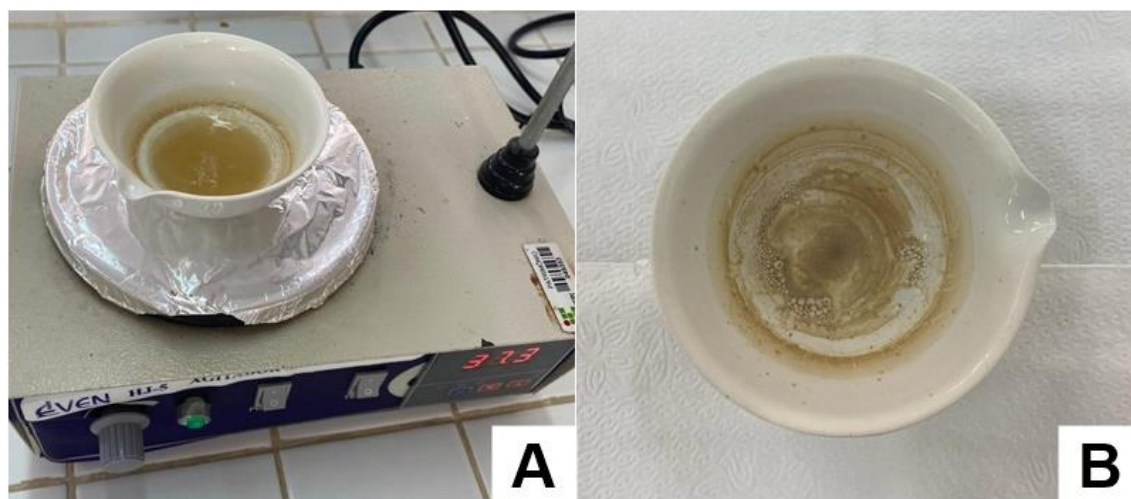
Fonte: Arquivo pessoal (2022).

4.4.7. Sólidos totais

O método adotado para determinação dos sólidos totais é uma técnica gravimétrica simples baseada na secagem da amostra seguida de uma calcinação, onde, os sólidos presentes na amostra serão toda a matéria que permaneceu após a secagem do volume da amostra (APHA, 2017).

Inicialmente as cápsulas de porcelana foram aquecidas a 105 °C por uma hora para retirar quaisquer impurezas que possam interferir nos resultados. Após o aquecimento, as cápsulas foram levadas ao dessecador para que resfriassem a temperatura ambiente sem perder umidade. Após o resfriamento, cada cápsula foi pesada individualmente em balança analítica e anotado o peso em miligramas. Posteriormente mediu-se 50 mL de amostra em uma proveta e transferiu-se para cada cápsula recém preparada. Logo depois, as amostras foram levadas a chapa de aquecimento até a secar e posteriormente para a estufa, onde, foi feita a calcinação. Após a calcinação, repetiu-se o processo de resfriamento em dessecador e pesou-se novamente cada cápsula amostral. A figura 13 mostra as duas etapas da técnica utilizada.

Figura 13 - Determinação de sólidos totais: processo de secagem (A); calcinação (B)



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Os cálculos para determinação de sólidos totais foram obtidos a partir da equação 4, onde, A é a soma do peso da cápsula mais o peso final do resíduo em mg, B é o peso da cápsula em mg e o número 1000 corresponde a relação entre sólidos totais e o volume padronizado na metodologia.

$$\text{Sólidos totais em mg/L} = \frac{(A+B) \times 1000}{\text{Volume da Amostra em ml}} \quad (4)$$

4.5 ANÁLISE E TRATAMENTO DOS RESULTADOS

Dos resultados obtidos em cada parâmetro foi calculado a média aritmética, uma vez que todas as análises foram realizadas em triplicata. Obtido a média, esses valores foram exportados de modo organizado para software Microsoft Excel 2019, onde, foi elaborado gráficos e tabelas para facilitar a análise estatística dos resultados, além de um confronto desses dados, para comparação entre os valores do período chuvoso e seco.

Além da análise quantitativa, foi realizada uma investigação descritiva dos resultados, buscando uma associação dos valores de cada parâmetro com os impactos que o mesmo tem sobre a qualidade da água.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Os resultados obtidos da caracterização físico-química da água da Lagoa Grande do Buriti encontram-se na tabela 1. Para fins de comparação dos resultados utilizou-se os valores máximos permitidos (VMP) pela resolução do CONAMA nº 357 de 2005, uma vez que a lagoa investigada na pesquisa se enquadra como um corpo d'água superficial doce com características da classe 2.

Tabela 3 - Parâmetros físico-químicas da água da lagoa grande de Buriti dos Lopes

Parâmetro	Período chuvoso		Período seco		VMP
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 1	Ponto 2	
pH	7,0	7,0	7,0	7,0	*6,0-9,0
Cor (mgPt L⁻¹)	5,0	5,0	25,0	25,0	*75,0
Turbidez (UNT)	<50	<50	>200	>200	*100
Sólidos totais (mg L⁻¹)	60	80	460	660	*500
Alcalinidade (mg L⁻¹ de CaCO₃)	12,6	14,0	36,6	42,0	***
Dureza (mg L⁻¹ de CaCO₃)	45,84	41,25	64,17	68,76	**500
Cloreto (mg L⁻¹ de Cl⁻)	14,49	15,52	41,19	42,44	*250

Fonte: Arquivo pessoal (2022).

* Valores estabelecidos pela portaria 357/2005 do CONAMA.

** Valores estabelecidos pela portaria 888/2021 do Ministério da Saúde.

*** Valores não estabelecidos na legislação nacional, porém, importantes para avaliação geral.

5.1.1 Alcalinidade

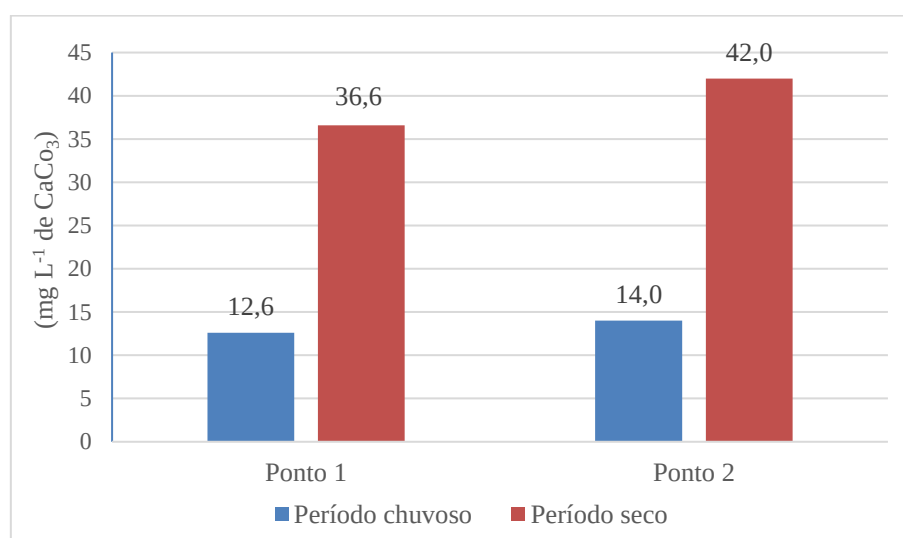
A alcalinidade é um parâmetro físico químico que não se encontra estabelecido pela resolução nº 357/2005 do CONAMA devido não apresentar risco a saúde, no entanto, é um parâmetro muito importante para avaliação geral da qualidade da água.

Apesar de não constituir um padrão de potabilidade, a alcalinidade em altas concentrações pode influenciar no gosto da água, conferindo-lhe um sabor desagradável

(NOLASCO et al., 2020). Ainda segundo o autor, a alcalinidade relaciona-se positivamente com a regulação da dureza, variações bruscas de pH, floculação de águas para abastecimento e prevenção da corrosão em tubulações.

Os valores para alcalinidade referente aos dois pontos de coleta em cada período sazonal encontram-se no gráfico 3.

Gráfico 3 - Resultados obtidos para alcalinidade



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Conforme pode ser observado no gráfico os valores para esse parâmetro se diferenciaram consideravelmente nos períodos sazonais, revelando valores mais altos para alcalinidade no período seco. O aumento considerável da alcalinidade pode ser explicado pelas condições climáticas desse período. De acordo com Kubitzka (2017), as águas doces quase sempre apresentam teores de alcalinidade baixos, mas, em algumas regiões com pouco volume de chuva, temperaturas elevadas e baixa umidade, podem apresentar valores mais elevados. Os estudos de Piratoba et al. (2017), revelam uma variância desse parâmetro de acordo com a sazonalidade, corroborando com os valores obtidos nessa pesquisa.

Quanto a diferença de alcalinidade em relação a localização dos pontos amostrais, observou-se uma pequena variação entre os pontos 1 e 2, sendo de 1,4 mg/L de CaCO₃/L no período chuvoso e de 5,4 no período seco.

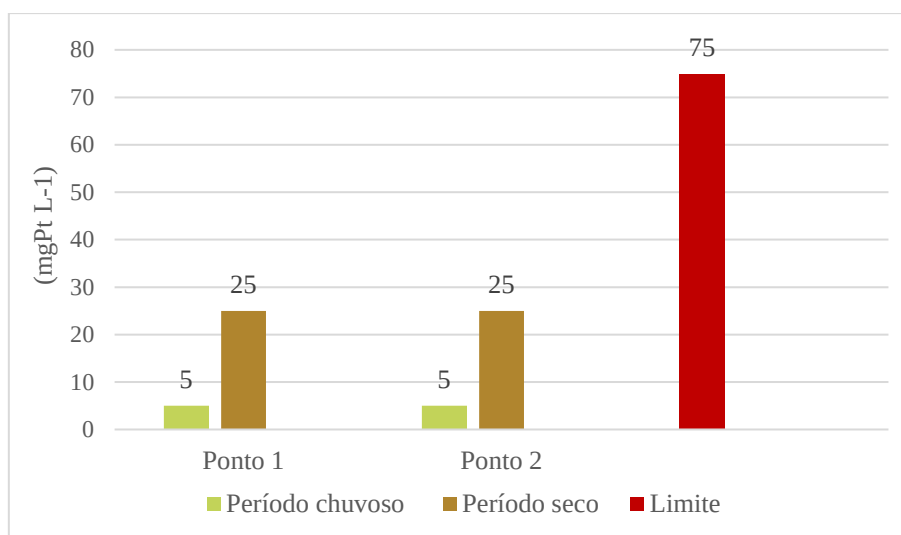
. Considerando que a resolução nº 357/2005 do CONAMA não estipula um valor limite para alcalinidade e que a maior parte das águas in naturas apresentam valores entre 30 a 500 mg/L de CaCO₃, pode-se dizer que os valores obtidos para esse parâmetro são regulares e satisfatórios.

5.1.2. Cor

Como visto no tópico 5.4.2, a cor em um corpo hídrico pode ser ocasionada pela presença de diferentes substâncias dissolvidas na água, que ao participarem de processos químicos, liberam outras substâncias que afetam diretamente nas propriedades organolépticas da água. Esse parâmetro não está associado a problemas de saúde, mas, dependendo da tonalidade pode gerar um efeito repulsivo pelo consumidor (SAMPAIO et al., 2019).

O CONAMA através da resolução nº 357/2005, estabelece como limite máximo de cor, para águas doces de classe 2 o valor de 75 uH. Conforme o gráfico 4, os valores obtidos para esse parâmetro encontram-se bem abaixo do limite estabelecido na legislação.

Gráfico 4 - Resultados obtidos para cor



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Apesar da água analisada está dentro dos padrões da legislação, alguns pontos observados no gráfico podem ser discutidos. No gráfico 4, verifica-se uma variação de 5 a 25 mgPt L⁻¹ entre os períodos chuvoso e seco. O local de coleta não interferiu na coloração das amostras, já que, os valores em cada ponto mantiveram-se constantes, em cada período sazonal específico.

Os valores mais elevados no período seco podem estar relacionados a baixa incidência de chuvas, visto que, nesse período, a lagoa mantém-se rasa ocasionando uma maior concentração de substâncias por porcentagem de água. Desse modo, os menores valores constata a ausência ou baixa concentração de substâncias dissolvidas no período chuvoso, enquanto os valores mais altos indicam um acréscimo desses resíduos no

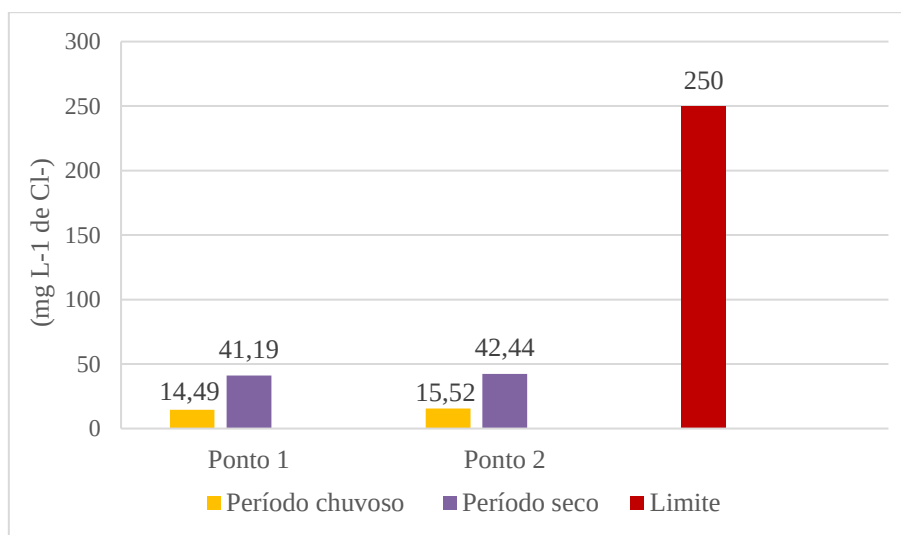
período seco. Vale ressaltar, que a lagoa Grande do Buriti nos períodos de estiagem é utilizada no cultivo do arroz, o que gera uma grande quantidade de matéria orgânica favorecendo o acúmulo de substâncias dissolvidas na água. Estes resultados encontram-se de acordo com a literatura, pois, também foram encontrados maiores valores no período seco nos trabalhos de Fontana et al. (2019) e Conceição et al. (2020).

5.1.3. Cloreto

Altas contrações de cloreto podem ser um indicativo de que determinado corpo hídrico se encontra poluído ou com altos teores de minerais. Valores para cloretos acima de 250 mg/L pode acarretar sabor desagradável na água, seja esta, potável ou natural. Além do mais, todas as águas in natura apresentam cloretos devido a dissoluções de sais, no entanto, águas razoavelmente saudáveis devem conter valores baixos para esse parâmetro (SILVA et al., 2021).

Segundo a resolução nº 357/2005 do CONAMA, é determinado que o limite máximo de íons Cl^- nas águas doces de classe 2 estejam abaixo ou igual a 250 mg/L. O gráfico 5 expõe os valores obtidos para esse parâmetro.

Gráfico 5 - Resultados obtidos para cloreto



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Através da análise do gráfico constata-se que os valores para cloreto se apresentam dentro dos limites estabelecidos pela resolução nº 357/2005 do CONAMA referente a classe 2 das águas doces.

Quanto os valores obtidos nos períodos sazonais, observa-se um aumento de íons cloretos durante o período seco. Esse aumento pode ser justificado devido o menor

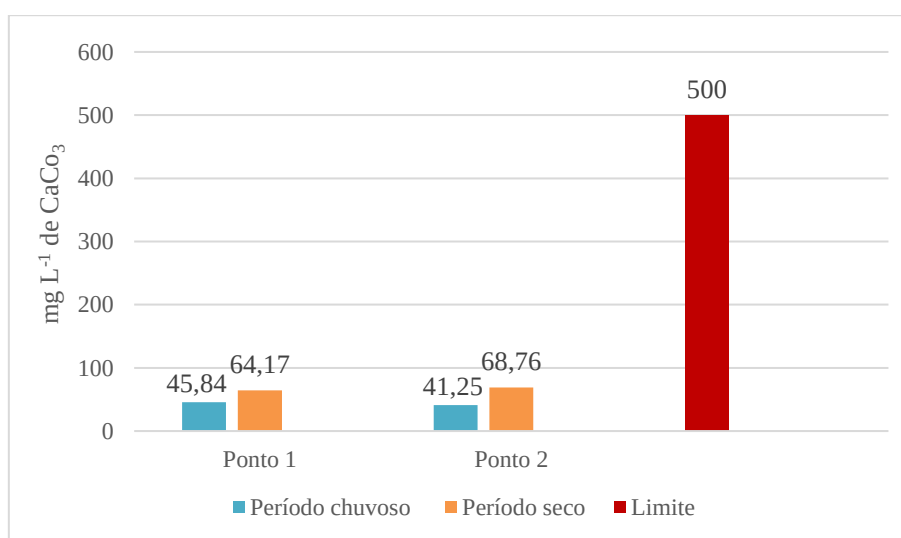
volume de água na lagoa na época de estiagem, pois, de acordo com Bárbara (2010), é comum a concentração de cloreto ser inversamente proporcional ao volume de água em corpos hídricos que diminuem seu volume na época de seca (apud SILVA et al., 2021). Além disso, durante o período de estiagem a lagoa é utilizada no plantio de arroz, onde os agricultores buritienses costumam utilizar adubos e fertilizantes, estes, contribuem com o acréscimo de minerais na água, e consequentemente na dissolução de sais e seus íons de formação, como os de cloreto.

5.1.4. Dureza

De acordo Nolasco et al. (2020), a dureza é relativa à concentração de íons multivalentes na água, principalmente os de cálcio e magnésio. Segundo o autor, esse parâmetro não é prejudicial à saúde humana, mas, alguns estudos correlacionam o consumo de água dura com casos de cálculo renal. Além disso, corpos hídricos onde a dureza apresenta altos valores, podem provocar gosto ruim na água, incrustações de tubulações e implica na formação de espuma quando utilizada pra lavagem.

Os resultados para dureza obtidos na pesquisa estão apresentados no gráfico 6.

Gráfico 6 - Resultados obtidos para dureza



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Conforme a resolução nº 357/2005 do CONAMA é estabelecido um limite máximo de 500 mg/L de CaCO₃ para águas doces de classe 2. Nesse sentido, o gráfico 6 demonstra que os valores encontrados para dureza estão muito abaixo dos limites estabelecidos pela lei. A tabela 2, apresentada no tópico 3.4.4 desse trabalho mostra a classificação da água conforme sua dureza, onde, valores abaixo de 50 mg/L de CaCO₃

ela é considerada mole ou branda, e acima de 300 é avaliada como dura. Conforme a resolução do CONAMA nº 357/2005 e a classificação supracitada, a água da lagoa grande do Buriti enquadra-se como mole ou branda, portanto, a mesma encontra-se em condições adequadas.

Assim como para cloretos, o aumento nas concentrações de dureza no período seco pode ter relação com o baixo volume de água, visto que, um volume menor de água consequentemente dissolve menos minerais em solução. Segundo Queiroz e Oliveira (2018), corpos hídricos no período seco tendem a ser alimentados por águas provenientes do solo que são ricas em íons de cálcio e magnésio, tal fato, também pode justificar o pequeno acréscimo nos valores de dureza no período seco.

5.1.5. Potencial Hidrogênico – pH

O pH é um parâmetro abiótico da água que é facilmente alterado e tem uma inter-relação com outros parâmetros físico-químico, como a alcalinidade, cor e turbidez. Esse fato, faz com que essa propriedade seja de difícil interpretação (CONCEIÇÃO et al., 2020). Relacionado a concentração de íons H^+ no meio o pH de um corpo hídrico, principalmente aqueles que abrigam organismos vivos, deve estar entre 6 e 9, pois, ambientes com altos teores de acidez ou alcalinidade podem interferir na manutenção do ecossistema aquático. Além disso, esse parâmetro é fator determinante na toxicidade de alguns elementos químicos, e também na solubilidade de nutrientes (FUNASA, 2014).

A resolução nº 357/2005 do CONAMA recomenda que o potencial hidrogênico da água doce de classe 2 esteja na faixa de 6 e 9. Todas as análises para este parâmetro apresentaram o valor 7,0 enquadrando-se no intervalo estabelecido na legislação. Portanto, a água da lagoa grande do Buriti está em condições normais de pH.

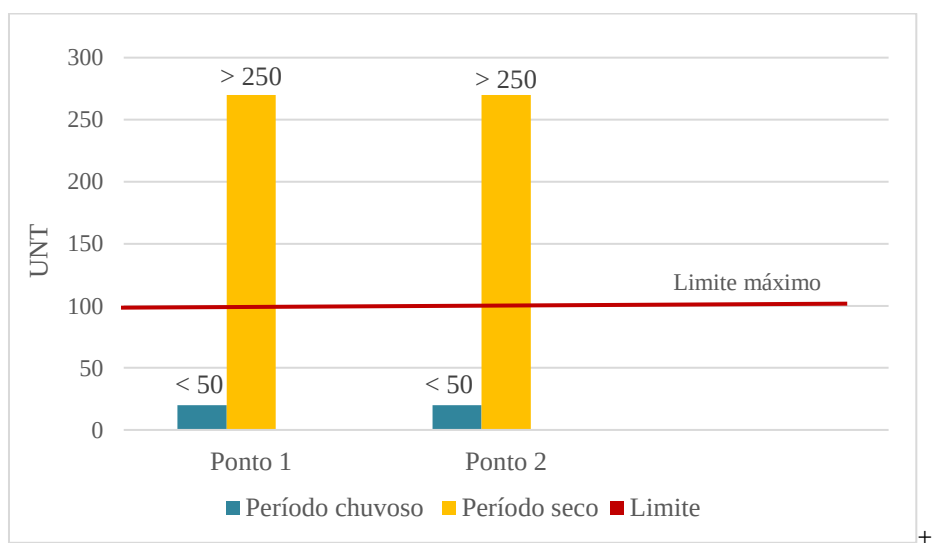
Na pesquisa de Soares et al., (2019), o rio Parnaíba, um dos rios formadores da lagoa grande do Buriti, apresentou a média no período seco igual a 7,70 e 7,90 no período chuvoso. Já no trabalho de Medeiros et al., (2018), realizado no rio Longá, com a cidade de Buriti do Lopes como um dos pontos amostrais do rio, apresentaram mediana 7,0 e 6,90 no período seco e chuvoso, respectivamente. Apesar do método utilizado na análise de pH desta pesquisa não ser tão preciso, tais estudos, podem fundamentar os valores encontrados na lagoa grande do Buriti, visto que os rios supracitados são formadores da lagoa em estudo.

5.1.6. Turbidez

A turbidez da água está associada diretamente com a concentração de matéria orgânica ou inorgânica em suspensão, que reduzem a transparência da água tornando-a turva e dificultando a penetração da luz solar (APHA, 2017). Uma água turva não é prejudicial à saúde do homem, mas, uma inadequação estética para o mesmo. Apesar disso, a baixa incidência de luz sobre a água contribui com a proliferação de microrganismos patogênicos, além de prejudicar os processos fotossintéticos algas, fitoplânctons e outros submersos na água (CALVACANTI et al., 2022).

A lagoa grande do Buriti apresentou diferenças sazonais significativas de turbidez (gráfico 7), onde, no período chuvoso os valores de turbidez não excederam 50 UNT, enquanto no período seco foram superiores a 250 UNT. Esses valores constatarem que durante a estiagem a lagoa encontra-se fora dos padrões exigidos pela resolução nº 367/2005 CONAMA, que é de 100 UNT para águas doces de classe 2.

Gráfico 7 - Resultados obtidos para turbidez



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

A maioria dos rios brasileiros apresenta uma água turva, isso se dá em decorrência de aspectos geológicos e pluviométricos típico do país (FUNASA, 2014). Nesse sentido, pressupõe-se que a turbidez da água da lagoa grande do Buriti está relacionada com sua própria origem, no caso, pela deságua dos rios Parnaíba e Longá.

Outros dois pontos que podem influenciar na turbidez da água em estudo são a sua diminuição de volume no período seco, e o seu fundo ser formado praticamente por um solo argiloso. De acordo com Esteves (2011), lagoas rasas, com baixo volume de

água, podem sofrer variação de turbidez, devido os ventos e ondas provocarem uma movimentação nos solos argilosos acarretando a turbidez na água.

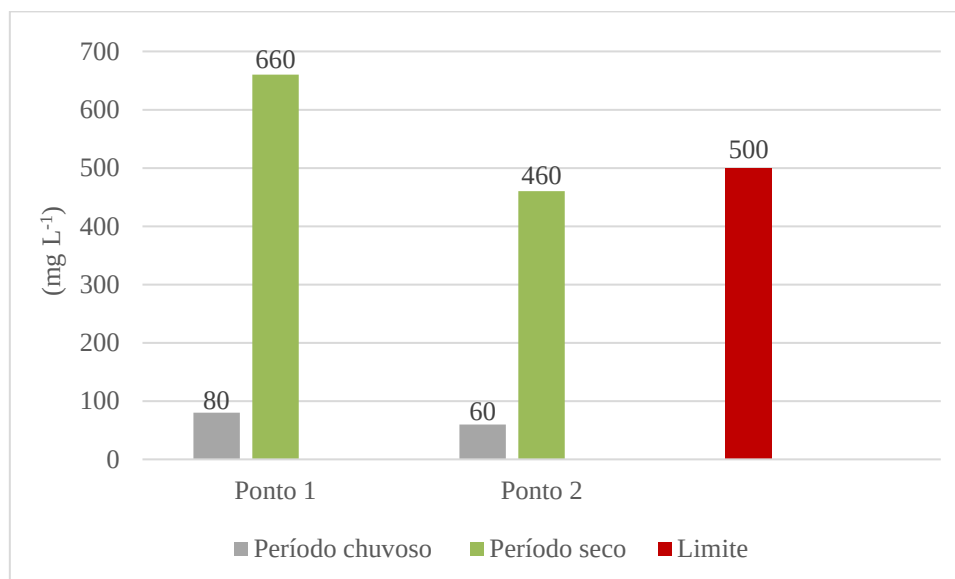
Diversos trabalhos sobre a qualidade água demonstram uma correlação entre os parâmetros de cor e turbidez. Esses estudos, revelam que quanto maiores são os valores para turbidez, maiores serão os valores para a cor. Essa correlação também foi observada nesta pesquisa corroborando com a confiabilidade dos resultados obtidos.

5.1.7. Sólidos Totais

Os sólidos totais é o conjunto e todas as substâncias contaminantes presentes em um determinado corpo hídrico que permanecem como resíduo e colaboram para a carga total de sólidos, com exceção aos gases dissolvidos no meio (AGUIAR; BALDUÍNO, 2021). Tais sólidos presente na água, podem acarretar em assoreamento de corpos hídricos, aumentar o risco de enchente, danos a biota aquática, além de gosto desagradável na água (FUNASA. 2014).

O valor de 500 mL é fixado como limite máximo para sólidos totais dissolvidos, de acordo com a resolução nº 357/2005 do CONAMA. Os valores obtidos para esse parâmetro encontram-se no gráfico 8.

Gráfico 8 - Resultados obtidos para sólidos totais



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

De acordo com o gráfico 8, os sólidos totais apresentaram valores entre 60 mg/L a 660 mg/L, onde o segundo, registrado no ponto 1 durante o período seco encontra-se fora dos padrões estabelecidos pela legislação. Esses resultados indicam uma alteração

significativa na totalidade de sólidos em razão da sazonalidade, no qual, os valores na época de seca aparecerem muito superiores aos da época de cheia.

O valor encontrado para o ponto 1 possivelmente está relacionado ao mesmo está localizado próximo a margem da lagoa. Um estudo realizado na água do rio Longá, por Medeiros et al., (2018) apresentaram maiores valores para sólidos totais em pontos próximos a margem, no qual, ele explica que a ação antropogênica próxima ao leito do rio pode ter sido um fator determinante para o aumento das substâncias dissolvidas na água. Bonifácio e Nóbrega (2021), mencionam que as ações antrópicas favorecem o transporte das partículas sólidas do solo para água através do escoamento natural. Diante do exposto, pode-se dizer que o alto valor encontrado no ponto 1 deve-se aos efeitos antropogênicos, visto que, atividades como o plantio agrícola, arado do solo e irrigações são comuns nas áreas próximo ao ponto durante a época de seca.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após detalhada investigação e discussão acerca dos parâmetros físico-químicos da água da lagoa grande do Buriti nos períodos sazonais de cheia e seca, conclui-se que no período cheio os parâmetros de alcalinidade, cor, dureza, cloreto, pH, turbidez e sólidos totais encontram-se dentro dos limites estabelecidos pela resolução do CONAMA nº 357/2005 para águas doces de classe 2. No período seco os parâmetros de turbidez e sólidos totais apresentaram valores acima dos limites máximos permitidos na legislação. As alterações encontradas para esses parâmetros estão associadas ao aumento das atividades antropogênicas e a diminuição do volume de água durante na época de seca, pois, tais características mostraram-se como fatores determinantes para as propriedades físico-químicas da lagoa. De forma geral, para os padrões que norteiam a classe 2 das águas doces da resolução nº 357 do CONAMA a água da lagoa grande do Buriti pode ser considerada boa, mesmo, como algumas modificações em seus parâmetros durante a época de estiagem.

REFERÊNCIAS

- ADPA – Associação Portuguesa de Distribuição e Drenagem de Água. **Documentos CEQA: FT-QI-10 – Dureza Total**. Lisboa: LX, 2012. Disponível em: <https://www.apda.pt/site/upload/FT-QI-10-%20Dureza%20total.pdf>. Acesso em: 20 de mai. de 2022.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: 2021. Brasília: ANA, 2022.
- AGUIAR, Roberth Welliton Sales; BALDUÍNO, Angêlo Ricardo. Avaliação da qualidade da água do Ribeirão São João no Município de Porto Nacional – TO. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 7, n. 6, p. 57928–57943, 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/31240>. Acesso em: 20 dez. 2022.
- ALFAKIT. Metodologia Analítica. Alfakit Ltda. Florianópolis-SC. 2006.
- ANDRADE, Débora França et al. Comparação interlaboratorial para análise de dureza total e cloreto em água. **Química Nova**. 2010, v. 33, n. 8, p. 1784-1789, 2010. Disponível em: http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=5764. Acesso em: 16 ago. 2022.
- APHA, AWWA, and WEF. “**Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**”, 23st ed. American Public Health Association, Washington. 2017.
- ASSEMBLEIA GERAL DA ONU (AG). Resolução 64/292. AG Index: A/RES/64/262, 3 de agosto de 2010. Disponível em: <https://undocs.org/Home/Mobile?FinalSymbol=A%2FRES%2F64%2F292&Language=E&DeviceType=Desktop&LangRequested=False>. Acesso em: 15 de jun. de 2022.
- BAIRD, Colin; CANN, Michael. **Química ambiental**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- BATISTA, Octávio G. Soares; NASCIMENTO, Lucio F. Cassiano. Água potável: escassez e gestão do consumo em condomínios residenciais metropolitanos. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.8, n.1, p. 8384-8397, 2022. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/43564>. Acesso em: 17 de ago. 2022.
- BONIFÁCIL, Cássia Maria; NÓBREGA, Maria Tereza de. Parâmetros de qualidade da água no monitoramento ambiental. In: OLIVEIRA, Robson José. **Recursos Hídricos: gestão, planejamento e técnicas em pesquisa**. 1ª ed. Guarujá, SP: Científica Digital, 2021. p. 219-232.
- BORTOLI, Jaqueline de. **Qualidade físico-química e microbiológica da água utilizada para consumo humano e dessedentação animal em propriedades rurais produtoras de leite na Região do Vale do Taquari/RS**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Desenvolvimento na linha de Pesquisa em Ecologia) – Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2016.

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre o enquadramento dos corpos hídricos superficiais no Brasil. Diário Oficial da União. Brasília, 18 de março de 2005. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/diarios/501408/pg-58-secao-1-diario-oficial-da-uniao-dou-de-18-03-2005>. Acesso em: 02 de jun. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. – Brasília: Funasa, 2014. 112 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água** / Fundação Nacional de Saúde. 4. ed. – Brasília: Funasa, 2013. 150 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212 p. – (Série B. Textos Básicos de Saúde).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria gm/ms nº 888, de 4 de maio de 2021**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União. Brasília, 07 de mai. 2021. Seção 1, p. 123. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 14 de mai. 2022.

BROWN, Theodore; LEMAY, H. Eugene; BURSTEN, Bruce; MURPHY, Catherine ; STOLTZFUS, Matthew; WOODWARD, Patrick; BURDGE Julia R. **Química: a ciência central**. 13 ed. Pearson Education, 2016.

CALVACANTI, Janesmar C. Mendonça. CORREIA, Andressa Ferro, LOPES PAIXÃO, Alice K. CALVACANTI, Antônio David F. Análises Físico-Químicas da Água da Barragem da Bananeira Arapiraca Alagoas. **Diversitas Journal**, v. 7, n. 1, p. 0115–0124, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.48017/dj.v7i1.2027>. Acesso em: 12 de jun. de 2022.

CARDOSO, Raiany Anielly Silva. **Análise físico-química de águas do município de Frei Martinho / PB**. 2017. Monografia (Curso de Licenciatura em Química) - Centro de Educação e Saúde, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2017.

CHAGAS, Danielli; LIMA, Ana Paula Da Silva C. MENDONÇA F. Elson. Análise de parâmetros físico-químicos da água da microbacia são Jorge, Tarabai-SP. **Colloquium Exactarum**, São Paulo, v. 1. n. 1. p. 86-94, 2020. Disponível em: <https://revistas.unoeste.br/index.php/ce/article/view/3581>. Acesso em: 24 de mai. de 2022.

CONCEIÇÃO, Mário Marcos Moreira et al.. A lógica fuzzy no estudo da qualidade da água do rio Uraim Paragominas-PA. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n.6, p.38575-38588, jun.2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/11828>. Acesso em: 17 set. 2022.

CORTEZ, Ádria Vasconcelos. **Determinação de cloreto em águas por imagens digitais**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos) - Universidade Federal do Amazonas, Itacoatiara, 2018.

ESTEVES, Francisco de Assis. **Fundamentos de Limnologia**. 3ª ed. Rio do Janeiro: Editora Interciência, 2011. 826p.

FONTANA, Ana Carla Dias et al. Investigação de indicativos de qualidade da água em trechos dos rios urbanos Lucaia e Jaguaribe em Salvador, Bahia, Brasil. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 16, e8, 201. Disponível em: <https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=2&ID=210&SUMARIO=5345>. Acesso em: 12 dez. 2020.

FREITAS, Thayna Lye Viegas. **Efeito da alcalinidade sobre o crescimento das microalgas**. 2020. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

FROTA, Jéssica. C. Oliveira. SILVA, Marcelo dos Santos da. Caracterização das feições geomorfológicas do município de Buriti dos Lopes-PI: subsídio ao ordenamento territorial. **Revista Geosaberes**, Fortaleza, v. 10, n. 20, p. 1-14, jan./abr. 2019. Disponível em: <http://www.geosaberes.ufc.br/geosaberes/article/download/688/697/>. Acesso em: 22 de out. 2022.

Fundação SOS Mata Atlântica (SOSMA). **Observando os Rios 2022: O Retrato da Qualidade da Água nas Bacias Hidrográficas da Mata Atlântica**, relatório técnico. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2022. 66p.

FURTADO, D. A.; KONIG, A. In: FURTADO, D. A.; KONIG, A. **Gestão integrada dos recursos hídricos**. Campina Grande: Gráfica Agenda, 2008. 115p.

GASPAROTTO, Felipe Augusto. **Avaliação Ecotoxicológica e Microbiológica da Água de Nascentes Urbanas no Município de Piracicaba-SP**. 2011. Dissertação (Mestrado em Biologia na Agricultura e no Ambiente) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2017.

Google Earth website. Disponível em: <https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>. Acessado em: 20 de jun. 2022.

HORNINK, Gabriel Gerber. **H₂O: O ciclo da vida (Versão eBook)**. 1 ed. Alfenas-MG: Creative Commons, 2016.

KUBITZA, Fernando. A relação entre pH, gás carbônico, alcalinidade e dureza e sua influência no desempenho e saúde dos peixes e camarões. **Revista Panorama da Aquicultura**, Edição 163, setembro/outubro, 2017. Disponível em: <https://panoramadaaquicultura.com.br/a-agua-na-aquicultura-ph-gas-carbonico-alcalinidade/>. Acesso em: 22 nov. 2022.

KULIS, Jéssica Furtak. **Análise físico-química de água de poços do município de rebouças – Paraná**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Instituto Federal do Paraná, Irati, 2022.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água**. 4 ed. Campinas: Átomo, 2016.

MARCHETTI, Júlia Rossetto; MENDES DOS SANTOS, Sandra. A importância da água para a vida. **Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc Xanxerê**, [S. l.], v. 5, p. 24180, 2020. Disponível em: <https://periodicos.unoesc.edu.br/apeux/article/view/24180>. Acesso em: 28 dez. 2022.

MEDEIROS, Waneska M. Vasconcelos. SILVA, Carlos Ernando da. LINS, Ruceline P. Melo. Avaliação sazonal e espacial da qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Longá, Piauí, Brasil. **Revista Ambiente & Água [online]**, v. 13, n. 2, 2019. Disponível em: <http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/2020>. Acesso em: 17 dez. 2022.

MONTEIRO, Gabryella Freire. **Análises físico-químicas das águas de poços tipo cacimba na cidade de areia – PB**. 2018. Monografia (Bacharelado em Química) - Universidade Federal da Paraíba Universidade, Areia, 2018.

NAÇÕES UNIDAS. Direito Humano à Água e ao Saneamento: **resolução da Assembléia da Assembléia Geral nº64/292**. Nova Iorque: Assembléia Geral, A/RES/64/292, 28/07/2010.

NASCIMENTO, Sheylla Patrícia Gomes. **Semiárido alagoano: dinâmica socioambiental de nascentes em Poço das Trincheiras – AL**. 2017. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017.

NOLASCO, Glauco Maciel et al. Análise da alcalinidade, cloretos, dureza, temperatura e condutividade em amostras de água do município de Almenara/MG. **Recital - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 52–64, 2020. Disponível em: <https://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital/article/view/60>. Acesso em: 22 nov. 2022.

OLIVEIRA, Bruna Melo de. **Avaliação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos das águas do açude Joana no Município de Pedro II - PI**. 2016. Monografia (Licenciatura em Química) - Instituto Federal do Piauí - Campus Parnaíba, 2016.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). 2003: **Water, Sanitation and Health Team**. Right to water. 3 ed. Genebra: WHO Library, 2003.

PALUDO, Diego. **Qualidade da água nos poços artesianos do município de Santa Clara do Sul**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química Industrial) - Centro Universitário Univates, Lajeado, 2010.

PAULA, Lucina Rocha et al. Physical-chemical analysis of the water quality of the Itapecuru River in the municipality of Caxias-MA. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, p. 235-242, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/21973>. Acesso em: 16 jun. 2022.

PIRATOBA, Alba R. Aguilar; RIBEIRO, Hebe M. Campos; MORALES, Gundisalvo Piratoba; GONÇALVES, Wanderson Gonçalves. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. **Revista Ambiente & Água**. 2017, v. 12, n. 3, pp. 435-456. Disponível em: <http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/1939>. Acesso em: 16 de dez. 2022.

QUEIROZ, Tadeu Miranda de; OLIVEIRA, Lizandra C. Pereira de. Qualidade da água em comunidades quilombolas do Vão Grande, município de Barra do Bugres (MT). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 1, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/BmD74Jt9sgWTyTLXsrCHgxt/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 15 dez. 2022.

RICHTER, Brian. D. **Em busca da água: um guia para passar da escassez à sustentabilidade** / Brian Richter. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

SAMPAIO, Carlos A. Paiva; MASSASHI, Gilberto; BATALHA, Cristiane Pereira; PEREIRA, Luana Cristina; BUENO, Lays Fabíola. Análise técnica de água de fontes rurais. **Eng Sanit Ambient**. v. 24, n. 2, p. 213-217, mar/abr 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/YvLktTxZMZVmvfcrS6b9PML/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 24 mai. 2022.

SILVA, G. C., RISSI, L. B. MENEZES, D. B. Avaliação da qualidade dos recursos hídricos subterrâneos no município de Buriti dos Lopes-PI. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS XVII.**, 2015. São Carlos. Anais [...] São Paulo: São Carlos, 2014. p 34–46.

SILVA, Gildazio. NUNES, Francisco. **Buriti dos Lopes: Pré história e memória**. Parnaíba: Sieart, 2021. 165 p.

SILVA, Renata Raianny da et al. Avaliação da qualidade microbiológica e físico-química da água de um trecho do Rio Capibaribe, no município de São Lourenço da Mata, Pernambuco, Brasil. **Brazil. Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 62847–62866, 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/31875>. Acesso em: 12 dez. 2022.

SOARES, Rafael Diego Barbosa; CRUZ, Ronne W. Lopes da; SILVA, Carlos Ernando da. A influência da precipitação na variabilidade da qualidade da água do rio Parnaíba. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 9, p. 16645–16674, 2019. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/3463>. Acesso em: 19 dez. 2022.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. 4 ed. Editora da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, 2014. 452 p.

TUNDISI, José Galizia; MATSUMURA-TUNDISI, Takako. **A Água**. São Carlos: Scienza, 2020. 134 p.

VITÓ, Camila Vieira Goudinho et al. Avaliação da qualidade da água: determinação dos possíveis contaminantes da água de poços artesianos na região noroeste fluminense. **Acta Biomedica Brasiliensia**, v.7, n.2, p. 59-75, 2016. Disponível em: <https://www.actabiomedica.com.br/index.php/acta/article/view/154>. Acesso em: 8 de set. 2022.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The Global Risks Report 2019**. Geneva, 2019.
Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_Report_2019.pdf.
Acesso em: 15 de jun. de 2022.

WWF-Brasil. **Cadernos de educação ambiental água para Vida, água para Todos: Livro das Águas**. Brasília: WWF-Brasil, 2006.