



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CÂMPUS DE ARAGUAÍNA
CURSO DE LICENCIATURA EM BIOLOGIA**

MAGDA DANIELE DE SOUSA SÁ

**CONDIÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DO LAGO AZUL EM
ARAGUAÍNA, TO**

ARAGUAÍNA - TO

2021

MAGDA DANIELE DE SOUSA SÁ

CONDIÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DO LAGO AZUL EM
ARAGUAÍNA, TO

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à
Universidade Federal do Tocantins (UFT) - Campus
Universitário de Araguaína para a obtenção do título de
Licenciatura em Biologia, sob a orientação da Professora
Dra. Lilyan Rosmery Luizaga de Monteiro.

ARAGUAÍNA - TO

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- S111c Sá, Magda Daniele de Sousa.
Condições físico-químicas e microbiológicas do Lago Azul em Araguaína,
TO. / Magda Daniele de Sousa Sá. – Araguaína, TO, 2023.
48 f.
- Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus
Universitário de Araguaína - Curso de Biologia, 2023.
Orientadora : Lilyan Rosmery Luizaga de Monteiro
1. Coliformes. 2. Recreação. 3. Qualidade da água. 4. Poluição. I. Título

CDD 574

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FOLHA DE APROVAÇÃO

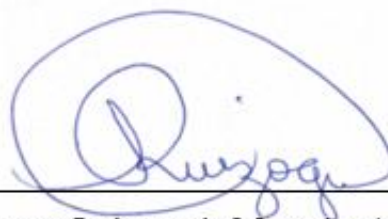
MAGDA DANIELE DE SOUSA SÁ

CONDIÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DO LAGO AZUL EM ARAGUAINA, TO

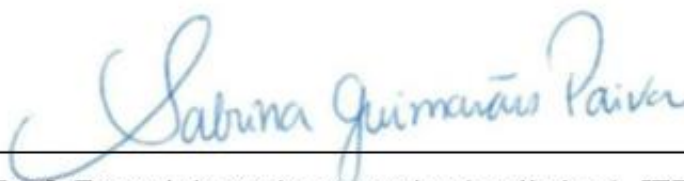
Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Araguaína, Curso de Biologia para obtenção do título de graduação e aprovada em sua forma final pela Orientadora e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 22/12/2021

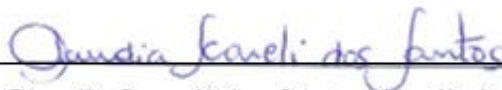
Banca Examinadora:



Prof. Dra. Lilyan Rosmery Luizaga de Monteiro (orientadora) UFT



Prof. Dra. Sabrina Guimarães Paiva (avaliadora), IFTO



Prof. Dra. Claudia Scareli dos Santos (avaliadora), UFT

Araguaína, 2021

Dedico este trabalho à minha família, meu porto seguro que nunca me deixou nos momentos mais difíceis e à minha filha Anna Luiza minha motivação diária para nunca desistir.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar à Deus por ser à base das minhas conquistas e estar sempre presente em minha vida.

À minha filha Anna Luiza, pois é o motivo maior para que eu enfrentasse todos os obstáculos e dificuldades durante em percurso. Aos meus pais Carlos Antônio e Luzeni, que sempre me apoiaram em minhas escolhas e que sempre me motivaram a nunca desistir dos meus sonhos.

Agradeço aos meus familiares meus avós, tias, tios, irmão, sobrinhos e amigos, por acreditarem e terem interesse em minhas escolhas, me apoiando e não medindo esforços para que eu obtivesse êxito em todas elas.

Agradeço a todos os professores do curso de Licenciatura em Biologia da UFT, que sempre me auxiliaram e deram suporte para meu crescimento profissional, em especial a professora Dra. Lilyan Rosmery Luizaga de Monteiro pela dedicação em suas orientações prestadas na elaboração deste trabalho, me incentivando e colaborando no desenvolvimento de minhas ideias.

À UFT por essa oportunidade de ingressar e poder agora concluir o curso de Licenciatura em Biologia nesta Instituição Federal.

Agradeço imensamente a minha amiga Camila Nathalya por me apoiar, incentivar e auxiliar durante a construção deste. À minha amiga Dalila Abrantes por sempre me motivar apoiar e me incentivar a nunca desistir de realizar esse sonho que é tão importante para mim.

Agradeço ao senhor Alcir Batista, da ONG Naturativa, pela disponibilização dos caiaques e acompanhamento durante a amostragem, ao colega de Curso Marcelo Sousa Moraes por ter se disponibilizado para conduzir o caiaque durante todo o percurso para coleta da água no Lago. Ao CCZ, por disponibilizar o documento para análise e confecção do Quadro 2.

Enfim, agradeço a todos os meus colegas e amigos que direta ou indiretamente contribuíram para que eu chegasse até aqui.

Muito obrigada.

*“Quando poluírem o último rio, a última fonte, toda
água que restar servirá apenas para apagar incêndios”
(Cleomácio Souza).*

RESUMO

É notório que os ambientes aquáticos presentes em locais urbanos acabam sofrendo diversos impactos pela ação do homem. Na cidade de Araguaína - TO, percebe-se a necessidade da realização de análises microbiológicas da qualidade da água do lago urbano “Lago Azul”, devido a sua localização, muito frequentado pela população, como ponto recreativo, além de se tratar de um ponto turístico na cidade, configurando a Orla e a Praia da Via Lago. Deste modo, o presente trabalho objetivou analisar a qualidade físico-química e microbiológica de determinados pontos do Lago Azul. Foram realizadas as identificações para coliformes totais, *Escherichia coli*, bactérias heterotróficas, bolores e leveduras, além da determinação da presença de salmonelas na água. Este trabalho analisou amostras de água do Lago Azul durante o mês de junho de 2021. Os resultados obtidos foram comparados com os valores máximos permissíveis pela legislação vigente na Resolução CONAMA 430/2011, para os padrões de uso de água definidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Conclui-se que as águas do Lago Azul sob estudo durante o período avaliado, não são recomendadas para recreação com contato primário nem para o consumo direto sem tratamento prévio.

Palavras-chave: Coliformes. Recreação. Qualidade da água. Poluição.

ABSTRACT

It is notorious that the aquatic environments present in urban places end up suffering several impacts by the action of man. In the city of Araguaína - TO, there is a need to carry out microbiological analyzes of the water quality of the urban lake "Lago Azul", due to its location, very frequented by the population, as a recreational point, in addition it is a tourist spot in the city, configuring the *Via Lago* edge and lake shore. Thus, the present work aimed to analyze the physical-chemical and microbiological quality of certain points in *Lago Azul*. Identifications were carried out for total coliforms, *Escherichia coli*, heterotrophic bacteria, molds and yeasts, in addition to determining the presence of salmonella in the water. This work analyzed samples of water from Lago Azul during the month of June 2021. The results obtained were compared with the maximum values allowed by the legislation in force in CONAMA Resolution 430/2011, for the water use patterns defined by CONAMA Resolution No. 357 /2005. It is concluded that the waters of Lago Azul under study during the evaluated period are not recommended for recreational, mainly for primary contact or for direct consumption without prior treatment.

Keywords: Coliforms. Recreation. Water quality. Pollution.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Pontos de amostragem e parâmetros analisados no Lago Azul, localizado em Araguaína, TO.....	30
Tabela 2 - Resultados das análises microbiológicas de águas do Lago Azul, Araguaína, TO	31

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Justificativa	12
1.2	Objetivos	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	A poluição da água	14
2.2	Água e suas qualidade	15
2.3	Indicadores microbiológicos de contaminação	16
2.3.1	Coliforme totais e <i>Escherichia coli</i>	17
2.3.2	Bactérias heterotróficas	17
2.3.3	Bolores e leveduras	18
2.3.4	<i>Chromobacterium violaceum</i>	18
2.3.5	Salmonelas	19
3	METODOLOGIA	20
3.1	Etapas experimentais	24
3.2	Coleta de dados da amostra de água	25
3.3	Análises laboratoriais	27
3.3.1	Descrição dos parâmetros	28
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5	CONCLUSÃO	33
	REFERÊNCIAS	34
	APÊNDICES	37

1 INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos são um insumo necessário para a vida, e é indispensável para o uso em diversas atividades, tais como o abastecimento de indústrias, utilização voltada ao público de modo geral, utilização nas irrigações agrícolas, uso para produção de energia elétrica bem como atividades de fins recreativos (TUNDISI et al., 2003).

Com o crescimento populacional constante, esse recurso é muito requisitado, chegando até mesmo à escassez em algumas regiões. Sobre esta perspectiva, Powell (1995) destaca que, o crescimento por esta demanda mundial de água de boa qualidade irá se tornar nas próximas décadas uma das maiores pressões sobre os recursos naturais do planeta.

Esteves (1998) destaca que, o meio aquáticos de modo geral, sofre como consequência deste constante crescimento populacional, tornando-se grandes depósitos e de outros tipos de poluentes descartados no ar, no solo ou diretamente nas águas. Tucci; Hespanhol; Cordeiro Neto (2000) destacam que, devido à falta de gerenciamento da drenagem urbana e deficiência na coleta e disposição do lixo, ocorre uma forte degradação do meio aquático das regiões urbanas, o que torna a deterioração da qualidade da água algo inevitável.

Deste modo, percebe-se que, com toda a poluição do ambiente aquático, pode-se obter uma série de efeitos colaterais, tais como prejuízo aos seres vivos remanescentes na região; perigo à saúde humana da população que frequenta o local; efeitos negativos às atividades aquáticas (pesca, lazer) entre outras (OUYANG, 2005).

As águas de rios e lagos presentes no meio urbano podem vir a se tornar um causador de doenças para as pessoas que utilizam esses corpos hídricos, principalmente a população que habita nas proximidades, o que ressalta ainda mais a importância da avaliação de qualidade microbiológica. Para Mormul et al. (2006), existem diversos microrganismos patogênicos existentes nas fezes e/ou na urina de pessoas infectadas e, ao serem depositados nas águas podem vir a contaminar a mesma e se tornar um perigo para a comunidade local.

Ao levar-se em consideração que, os ambientes aquáticos são facilmente contaminados, percebe-se a necessidade e a importância da realização do monitoramento de parâmetros físicos, químicos e biológicos, pois, para Oliveira et al. (2008) o monitoramento é fundamental para avaliar os impactos ambientais provocados às matrizes sólidas e líquidas.

Para Ribeiro et al. (2010), os rios e lagos que se encontram localizados em centros urbanos podem sofrer diversos impactos antrópicos, o que pode comprometer a qualidade dessa água. Ainda segundo os autores, a criação de parques urbanos se faz necessário devido a que,

esta é uma das principais estratégias utilizadas para minimizar esses impactos e atingir a conservação de ambientes naturais.

Strieder et al. (2006) enfatizam que o estudo da qualidade da água é fundamental para avaliar as possibilidades de uso, entre as quais estão: proteção da diversidade biológica, atividades recreativas, aspectos culturais, beleza cênica, consumo humano, entre outras. O monitoramento da qualidade das águas superficiais é também um dos mais importantes instrumentos da gestão ambiental, pois este visa o acompanhamento dos aspectos das águas, e suas informações, sendo o monitoramento, deste modo um dos fatores que determinam o processo de gestão ambiental, pois este possibilita uma percepção sistemática e integrada da realidade ambiental (JARDIM; SILVA, 2006).

O lago estudado encontra na cidade de Araguaína, um município brasileiro do estado do Tocantins, localizado na Região Norte do país. No município de Araguaína, de acordo com o Relatório Técnico da Revisão do Plano Diretor de Araguaína (2017), foi constatada a devastação de áreas significativas de florestas. Na área urbana, constatou-se o potencial paisagístico das margens do Lago Azul, os riscos de poluição e assoreamento dos rios e córregos, considerados numerosos, e a necessidade de um planejamento mais adequado às micro bacias hídricas das expansões urbanas e adensamentos da ocupação existente.

Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi investigar a qualidade da água do Lago Azul, localizado na cidade de Araguaína, TO. Para a elaboração deste estudo, também foram realizados levantamentos de pesquisas bibliográficas na área de estudo.

O intuito foi o de contribuir para a conscientização da população em relação às águas do Lago Azul, a fim de que, com estes dados, seja possível incentivar mais ações preventivas direcionadas à qualidade da água deste lago que cerca diversas áreas de lazer público na cidade de Araguaína.

O trabalho está estruturado em cinco seções. Após essa primeira seção Introdutória, é apresentado em 1.1 a Justificativa da realização deste trabalho e em 1.2 os objetivos geral e específicos.

Na seção 2 tem o referencial teórico contendo toda a abordagem teórica do trabalho. Em seguida, serão apresentados os Materiais e Métodos, que busca contextualizar o delineamento das condições físico-químicas e microbiológicas do lago azul em Araguaína - TO, abordando as ideias de preservação ambiental, características da água, poluição do ambiente aquático, bem como suas consequências para o meio ambiente e para a saúde da população. Será abordado neste tópico também a metodologia utilizada, buscando tratar do tipo de pesquisa que foi realizada e a explicação de como se procedeu à coleta e análise dos dados.

A seguir, na quarta seção é realizada a apresentação dos resultados, e sua análise e discussão, tratando-se mais especificamente os resultados da análise da água coletada nos pontos do lago, e a comparação destes resultados com os padrões de qualidade das águas dispostas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Por fim, na conclusão, apresenta o alcance dos objetivos levantados, as dificuldades e as limitações enfrentadas, trazendo possíveis recomendações para a realização de futuros trabalhos.

1.1 Justificativa

A preocupação na realização desta pesquisa ocorre em razão de que, rios e lagos localizados em locais públicos frequentemente são utilizados pela população como fonte alternativa de água (recreação, consumo, até mesmo a pesca), o que pode colocar em risco a saúde pública quando não há uma qualidade adequada desta água para consumo.

Deste modo, o presente trabalho busca analisar a água do Lago Azul em Araguaína - TO, devido a observação de vários problemas de saúde sofridos por moradores circunvizinhos ao lago. Esta pesquisa despertou a necessidade de buscar estratégias para analisar a água em busca de dados relevantes para o desenvolvimento de projetos alternativos para suprir a necessidade do uso de água por moradores da região citada anteriormente.

Uma das iniciativas em vigor é a soltura de peixes realizadas pela prefeitura municipal, no intuito de iniciar a revitalização das condições naturais do lago e o incentivo da pesca esportiva na modalidade pesque e solte, para que haja uma aproximação da população ao lago e com isso evitar o deslocamento dos mesmo para outras regiões afim de realizar essa prática. Conforme o site Conexão Tocantins (2020), por meio do projeto “Lago Vivo”, que teve como marco a soltura de 21 mil alevinos nos meses de agosto e outubro de 2020, desde então vem sendo realizada, com intervalos de 45 dias ou mais, a observação sinais de desenvolvimento e impactos causados.

O Lago Azul é importante para o desenvolvimento regional, pela sua localização Centrica, seu visual e atrativo turístico e por ser local de encontro de atividades de comercio formal e informal, o que torna relevante a realização deste levantamento.

1.2 Objetivos

Geral:

Analisar a qualidade físico-química e microbiológica de determinados pontos do Lago Azul, condizentes com pontos recreativos na cidade de Araguaína -TO.

Específicos:

- Utilizar técnicas microbiológicas para determinar os indicadores da qualidade da água do Lago Azul;
- Discutir se existe relação entre os níveis de contaminação e a densidade domiciliar nas imediações do Lago Azul;
- Oportunizar discussões sobre a qualidade ambiental do lago na cidade de Araguaína, Tocantins, tendo como ponto de apoio os dados obtidos nas análises.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

As principais fontes de água consumida pelos seres humanos são os rios e lagos, sendo que, para que este consumo seja realizado, é fundamental que haja uma qualidade determinada conforme o uso final.

Conforme Shiklomanov (1998) a disponibilidade hídrica mundial é estimada em cerca de 40.000 km³/ano, onde apenas cerca de 10% equivalente a 4000 km³/ano são derivados dos rios/lagos e conseqüentemente destinados para o consumo humano. Entretanto, é estimado que apenas 2000 km³/ano são consumidos, enquanto os 2000 km³/ano restantes acabam retornando aos cursos d'água (com uma qualidade inferior à que foram captados).

Deste modo, pode-se verificar a importância das águas provenientes dos rios e lagos, pois estes acabam sendo fonte de um grande percentual da água consumida no dia a dia pelos seres humanos, essencial para a realização de diversas tarefas, tais como cozinhar, lavar, recreativas, conservar alimentos, cultivar plantas, criar animais, dentre outros. Além do consumo básico, a água advinda de rios e lagos são essenciais para a realização das atividades econômicas, tais como a agricultura, pecuária e na produção industrial.

2.1 A poluição da água

A poluição da água e a contaminação dos corpos d'água por elementos físicos, químicos e biológicos é um grande problema, pois além de ser prejudicial aos organismos vivos, também pode inviabilizar diversas atividades humanas importantes, segundo Egito et al. (2007), isto ocorre devido aos diversos resíduos de origem industrial, urbana e até mesmo agrícolas, que são lançados indiscriminadamente nos cursos d'água contaminando às águas superficiais e sedimentos.

Uma das principais formas de poluição é a biológica, que ocorre principalmente devido ao lançamento de detritos, muitas vezes advindo de esgotos de origem doméstica e/ou industriais na água (ou através da infiltração do solo) causando morte de organismos aquáticos.

Além disso, estes detritos lançados, por conterem diversos micro-organismos patogênicos, como as bactérias, vírus e protozoários, provenientes principalmente dos resíduos humanos, podem causar diversas doenças através da veiculação hídrica tais como leptospirose, amebíase, febre tifoide, diarreia, cólera e hepatites. Conforme Vasconcelos et al. (2016), a má qualidade dos recursos hídricos está diretamente relacionada com a ocorrência de doenças, sendo também um potencial veículo transmissor por intermédio de protozoários, helmintos,

bactérias e vírus. Para Ostro (2004) a contaminação hídrica é um dos principais problemas ambientais enfrentados pela população, estando diretamente ligada à perda das condições de saúde dos indivíduos, especialmente nos grupos mais vulneráveis e regiões mais pobres.

2.2 Água e suas qualidades

No Brasil, as pesquisas de monitoramento são realizadas segundo os padrões de qualidade para os corpos de água determinados pela Resolução no 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 17/03/2005 (BRASIL, 2005), além da Resolução CONAMA n. 430/2011. Essas resoluções abordam diretrizes ambientais para o enquadramento das águas, além de estabelecer condições e características máximas para os aspectos físicos, químicos e microbiológicos.

O método mais utilizado para a realização da avaliação dos impactos ambientais em sistemas aquáticos, segundo a CONAMA (2005), são análises das alterações nas concentrações de variáveis físicas e químicas, bem como a avaliação de variáveis microbiológicas, sendo que, com esse monitoramento é possível classificar rios e córregos em padrões de potabilidade e balneabilidade humanas e em classes de qualidade de água.

Devido a diversos fatores, a água contém em sua composição diversas matérias, as quais podem ser advindas da natureza ou até mesmo como consequência das mais diversas atividades humanas, os quais provêm do próprio ambiente natural ou foram introduzidos a partir de atividades humanas. Estas matérias presentes nos corpos d'água podem se caracterizar como poluição ou contaminação por elementos físicos, químicos e biológicos, que podem ser nocivos à saúde dos seres vivos além de também prejudicar as atividades humanas que precisam dessa água para serem realizadas.

Os elementos físicos estão relacionados aos aspectos e características da água, tais como a cor, turbidez, sabor, odor e temperatura. Os elementos químicos buscam abordar questões da composição química da água, como pH, alcalinidade, acidez, ferro, nitrogênio, fósforo, matéria orgânica presente, dentre outras. Por fim, os parâmetros biológicos abordam organismos indicadores de contaminação, além de algas e bactérias.

Desta forma, é estipulado diversas destinações para o uso da água, baseado nas suas características físicas, químicas e biológicas. Através da política normativa nacional de uso da água é determinado diversos parâmetros a fim de definir os limites máximos aceitáveis de elementos presentes nos corpos d'água, conforme cada uso.

Portanto, conforme a CONAMA (2005 e 2011), os corpos de água são classificados em nove categorias, sendo cinco classes de água doce (salinidade <0,5%), duas classes salinas (salinidade superior a 30%) e duas salobras (salinidade entre 0,5 e 30%).

2.3 Indicadores microbiológicos de contaminação

Conforme descrito, a água pode conter em sua composição, diversos componentes, e, a fim de caracterizar uma água, são determinados diversos parâmetros, baseados em suas características físicas, químicas e biológicas, devido a água ser responsável por transmitir doenças. Essas doenças são transmitidas devido a que, os microrganismos causadores se desenvolvem mais facilmente na água, sendo que, isso ocorre mais facilmente em rios e lagos poluídos.

As principais doenças de veiculação hídrica são a leptospirose, cólera, hepatite A, giardíase, amebíase, gastroenterite, cólera e as febres tifoide e paratifoide. Além das doenças citadas anteriormente, a água também está ligada à transmissão de verminoses, como esquistossomose, ascaridíase, teníase, oxiurose e ancilostomíase. O Quadro 1 evidencia os determinados indicadores de contaminação, bem como suas principais manifestações clínicas.

Quadro 1 – Indicadores de poluição humana nos corpos hídricos.

INDICADORES DE POLUIÇÃO	DESCRIÇÃO
Coliformes Totais (CT)	As bactérias pertencentes a esse grupo foram as primeiras adotadas como indicadoras da poluição humana. Todavia, as bactérias do grupo coliformes totais em água residuária não significa, obrigatoriamente, que seja de contribuição humana ou animal, haja vista que esses organismos também podem se desenvolver em vegetações, no solo, e serem conduzidos com a água de lavagem.
<i>Escherichia coli</i> (EC)	São as únicas que se desenvolvem unicamente na flora intestinal dos animais de sangue quente, sendo, desse modo, um indicador exclusivo de contaminação fecal.
<i>Salmonella spp</i>	Essas bactérias podem causar dois tipos de Salmonelose em humanos, sendo elas a Salmonelose não tifoide e febre tifoide, onde a primeira se apresenta de forma mais branda com a manifestação de sintomas tais como: vômitos, dores abdominais, febre e diarreia. Já a febre tifoide se manifesta mais grave, podendo levar o indivíduo infectado ao óbito.
<i>Chromobacterium violaceum</i>	São bactérias que se tem registro de casos esporádicos com alta taxa de letalidade, relatada em diferentes variações geográficas. Além disso, foi relatado também que essa bactéria pode causar lesão cutânea localizada, infecção do trato urinário, pneumonia, sepsse grave com abscessos metastáticos e choque séptico evoluindo rapidamente para óbito devido a falência de múltiplos órgãos.

Fonte: Jordão e Pessôa (2017).

Deste modo, para a realização do presente trabalho, utilizamos os indicadores de qualidade da água que são discutidos a seguir.

2.3.1 Coliforme totais e *Escherichia coli*

Os coliformes totais, conforme apresentado pelo Manual prático de análise de água / Fundação Nacional de Saúde (2013), são bacilos Gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não são formadores de esporos, oxidase-negativa e são capazes de se desenvolver na presença de sais biliares ou agente tenso ativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5^\circ \text{C}$ em 24-48 horas.

A *Escherichia coli*, é uma bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás, sendo considerado o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos.

Deste modo, a utilização do indicador de coliformes como indicadores de contaminação fecal é importante para análise da qualidade da água para consumo humano uma vez que esta água pode vir a ser meio de contaminação através de micro-organismos e outros parasitos.

A análise microbiológica serve para indicar a respeito da sua potabilidade da água, ou seja, a ausência de risco de ingestão de micro-organismos causadores de doenças, geralmente provenientes da contaminação por fezes humanas e outros animais de sangue quente.

É importante ressaltar também que na análise qualitativa de coliformes totais e termo tolerantes foi possível observar a presença nos três pontos amostrados destes grupos de bactérias, que são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal por estarem presentes em grande número no trato digestivo de animais de sangue quente e serem eliminadas com as fezes. Essas bactérias são utilizadas como principais indicadores para doenças de veiculação hídrica: febre tifoide, febre paratifoide, disenteria bacilar e cólera (GERTEL; TAUKE-TORNISIELO; MALAGUTTI 2003).

2.3.2 Bactérias heterotróficas

As bactérias heterotróficas são amplamente encontradas nos sistemas de água, além de fornecer informações sobre a qualidade da água. Este é um dos parâmetros de potabilidade estabelecido pela Portaria de Consolidação Nº 5, Anexo XX (BRASIL, 2017).

As bactérias heterotróficas são todas as bactérias que utilizam nutrientes orgânicos para o crescimento, sendo que estas podem ser encontradas nos mais diversos ambientes, inclusive na água.

Os padrões de potabilidade são descritos na Portaria de Consolidação N° 5, de 2017 (BRASIL, 2017), que limita a contagem de bactérias heterotróficas ao máximo de 500 Unidades Formadoras de Colônia por mililitro (UFC/ mL).

2.3.3 Bolores e leveduras

Não foi possível encontrar nos manuais de coletas de água e até mesmo na legislação, valores paramétricos definidos para quantidade de fungos e/ou leveduras presentes nos corpos aquáticos. Entretanto, classificamos este parâmetro para a pesquisa tendo em vista que, os fungos são causadores de uma vasta gama de doenças (respiratórios, de pele, ou até mesmo de níveis alérgicos), além de que, os fungos encontrados em ambientes aquáticos também estão associados a estar associados a várias doenças, além de problemas com os aspectos naturais da água, tais como cheiro, sabor e até mesmo a aparência.

De acordo com Eaton et al.(1998), na grande maioria das vezes, características da água como sabor e o cheiro são comumente associadas às bactérias, ainda que os fungos possam também ser responsáveis por alterar estas características, o que demanda uma atenção maior para com o tratamento com estes organismos.

2.3.4 *Chromobacterium violaceum*

Esse microrganismo é muito comumente encontrado em água e solo de regiões tropicais, e é um agente responsável por causar infecções no homem. São mais facilmente identificadas infecções em animais, e, ainda que estas sejam raras, quando ocorrem são capazes de provocar quadros graves que podem até mesmo levar ao óbito (CHEN et al., 2003).

Conforme Ponte; Jenkins (1992), a contaminação por esta bactéria normalmente ocorre através da pele em contato com águas contaminadas. Não foram verificados para esse parâmetro, todavia foi incluído pelo risco associado a esse patógeno.

2.3.5 *Salmonella spp*

Estas bactérias também são encontradas no intestino de animais e humanos, e são grandes causadores de doenças, podendo impactar a saúde da população. Sabe-se que esta bactéria pode estar presente em solo e na água contaminados com fezes.

Conforme Garcia (2021), a contaminação por *Salmonella* ocorre devido a água contaminados com fezes humanas ou de animais infectados, sendo que, os resíduos fecais podem chegar até a água por meio de sistemas de esgoto que não funcionam corretamente, escoamento de águas pluviais poluídas e escoamento de resíduos agrícolas.

Entretanto, ainda que as pesquisas sobre a *Salmonella* não são comumente utilizadas como um indicador de controle de qualidade da água pelas legislações vigentes, foi considerada neste estudo, tendo em vista sua importância, devido aos impactos e doenças acarretados pelo agente.

3. METODOLOGIA

O Lago que foi estudado encontra-se no município de Araguaína. A cidade teve seu início em 1876, com a instalação dos primeiros habitantes às margens do rio Lontra, chegando à condição de município em 1958. Conforme o Relatório Técnico da Revisão do Plano Diretor de Araguaína (2017), o seu desenvolvimento foi impulsionado a partir da construção da rodovia BR-153/Belém-Brasília, no início dos anos 60.

De acordo com Fernandes (2017), nas margens do Lago Azul se encontram estabelecidas residências de alto padrão, portanto, com caráter de apropriação privada de um corpo d'água que deveria ser concebido e gerido como público, uma vez que, no princípio da cidade, comportou-se uma Usina Hidrelétrica (Usina Corujão). Atualmente o Lago está em rápido processo de assoreamento afetado pelo próprio processo de crescimento urbano sem planejamento.

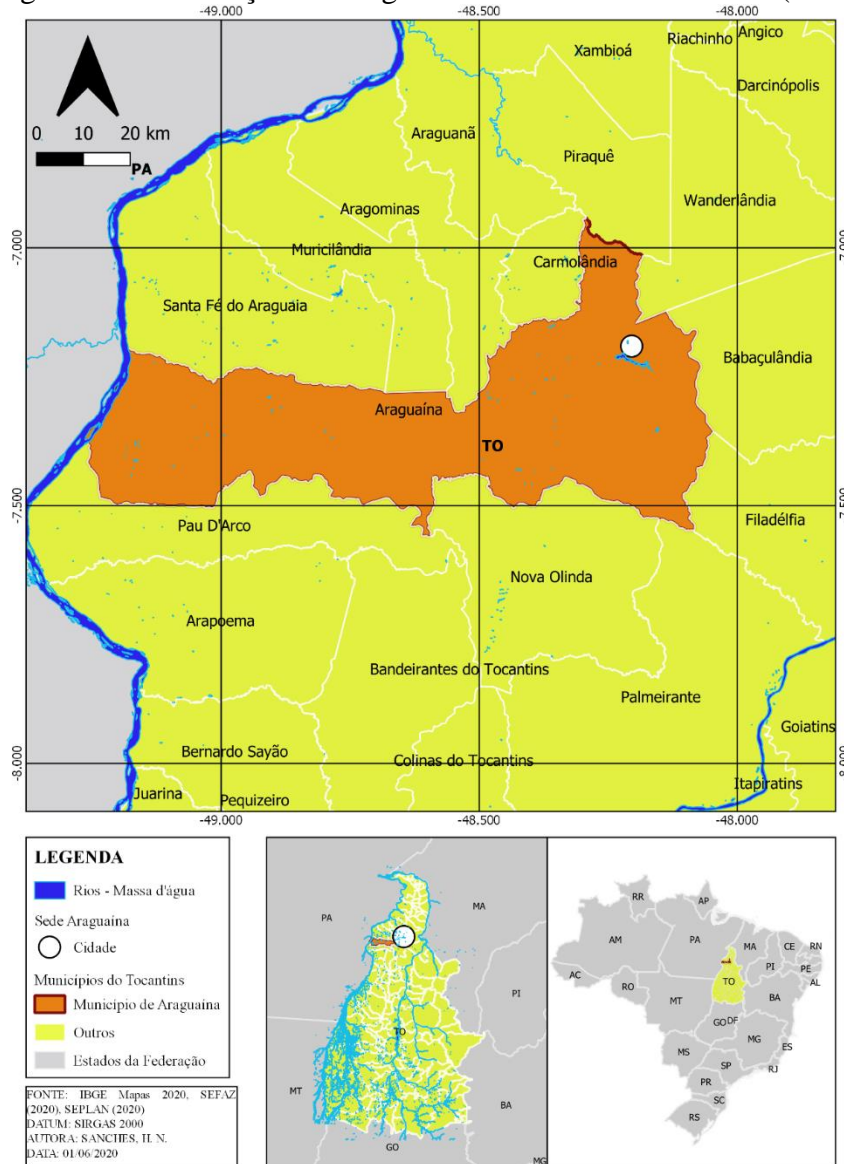
No município de Araguaína, de acordo com o Relatório Técnico da Revisão do Plano Diretor de Araguaína (2017), foi constatada a devastação de áreas significativas de florestas. Na área urbana, constatou-se o potencial paisagístico das margens do Lago Azul, entretanto, os riscos de poluição e assoreamento dos rios e córregos são considerados numerosos. Foi apontada a problemática da ocupação de vales na área urbana, particularmente o córrego Neblina, e a escassa arborização das ruas, porém a Lei do Plano Diretor não aponta um direcionamento mais específico nestes âmbitos.

O diagnóstico que efetivamente teve um encaminhamento específico para a lei foi a definição da criação por lei municipal específica da Operação Urbana Consorciada, visando a criação de um subcentro com a recuperação, conservação e incorporação da orla do Lago Azul (Art. 35 do Relatório Técnico da Revisão do Plano Diretor de Araguaína – 2017), falta, porém, a determinação de prazos para sua criação.

De uma maneira abrangente, o Plano Diretor determina, em seu Artigo 8, “A proteção e valorização do meio ambiente natural e construído, particularmente aquele pelo apelo turístico”, visando à implantação efetiva das Áreas de Proteção Ambiental, recuperação de áreas ambientalmente degradadas, promoção de educação ambiental, proteção dos recursos hídricos e naturais, da fauna, flora e do bioma do cerrado, e a proteção das ambiências construídas de interesse social (sem definir quais são). Juntamente com isso, o plano determina o atendimento à Política Ambiental do Município de Araguaína, que foi definida pela Lei Municipal nº 1.659 de 30 de dezembro de 1996.

A cidade de Araguaína se encontra às margens do rio Lontra e é entrecortada por vários córregos, sendo o de maior relevância o Córrego Neblina, que drena a região do núcleo de maior ocupação da cidade e onde se verifica a ocorrência de poços profundos de grandes vazões.

Figura 1 – Localização de Araguaína no estado do Tocantins (2020)



Fonte: Sanches (2021)

A área do município se insere na bacia do Rio Araguaia (Figura 1), que tem como principal afluente o Rio Lontra, onde foi construída a Hidrelétrica do Corujão, a primeira a fornecer energia para Araguaína. Vários rios e córregos compreendem ainda a Bacia Hidrografia de Araguaína, entre eles: os Rios Preto e Lontra; os Córregos Lavapés, Prata, Raizal, Xixebal, Cará, Jacubinha, Tiúba, Jacuba, e o Ribeirão de Areia, todos situados no perímetro da cidade (PEREIRA, 2013).

Adorno et al. (2016) descreve o rio Lontra como sendo um afluente do Rio Araguaia, e parte deste rio foi represado para construir a Hidrelétrica do Corujão, atualmente desativada. Pelo histórico da cidade, não existia nenhum tipo de coleta de esgoto ou pluvial, e todos os drenados iriam até os cursos d'água, determinando a elevada contaminação desse ambiente aquático, onde eram jogados entulhos, efluentes químicos e orgânicos que ocasionaram uma erosão acentuada, o que determinou a preocupação das entidades locais ambientais, como o Instituto Natureza do Tocantins (Naturatins), que determina a origem do comitê de bacias Hidrográficas do Estado. Assim, Fernandes (2017), descreve que este apresamento foi revitalizado em 2014 e encontra-se dentro dos programas de preservação ambiental do município. Apesar do aspecto de preservação, este lago tem servido para a construção de uma avenida importante, tida como postal turística, a Av. “Via Lago”, que aparentemente visam a exploração imobiliária e como estímulo econômico-turístico para a cidade, apresenta de bares e restaurantes às suas margens.

Figura 2 – Assoreamento no “Lago Azul” na cidade de Araguaína, antes da revitalização.



Fonte: Portal O Norte (2012).

Figura 3 – Lago Azul antes de seu esvaziamento para revitalização em 2013.



Fonte: Pereira (2013).

Figura 4 – Vista panorâmica antes do projeto de revitalização do “Lago Azul”.



Fonte: Pereira (2013).

Ainda, Fernandes (2017) descreve os efeitos ambientais negativos surgidos a partir dos procedimentos de revitalização, que incluía o dragado do sedimento, impactando na qualidade de vida das espécies de peixes existentes no lago e das plantas nativas dos arredores.

Em sua obra, Fernandes (2017, p 57), destaca informações divulgadas pela própria prefeitura:

A ponte está dentro da segunda etapa da obra, que compreende a pavimentação da via, incluindo calçadas e paisagismo; eletrificação e a ponte. A Via Lago terá 1,56 km de extensão, começando no fim da Marginal Neblina (no cruzamento com a Avenida Filadélfia) seguindo até os setores Lago Azul, Cidade Nova e Nova Morada, com três pistas duplas, ciclovia e calçamento para pedestres. No final da avenida, ficará a ponte. Dentro do projeto, também está prevista uma ilha próxima à Via Lago, onde será construído um restaurante e o acesso será por meio de barcos, com decks de embarque e desembarque.

A análise da qualidade das águas do Lago Azul foi realizada em pontos demarcados durante o seu percurso. Nove pontos estratégicos foram selecionados para coleta da água, que posteriormente foram levadas aos laboratórios para análises físico-químicas e microbiológicas.

As metodologias utilizadas para a determinação dos parâmetros físico-químicos seguiram modelo do método de investigação empírica, baseado em experimentos para testar e detectar algumas variáveis em laboratório.

As coletas foram realizadas no mês de junho de 2021, no período da manhã, em nove pontos do Lago Azul. As amostras de água coletadas para análise química e microbiológicas foram coletadas em recipientes de vidro de 250 ml, devidamente identificados e esterilizados em autoclave.

As amostras foram coletadas nos pontos determinados, e foram alocadas em recipientes transparentes, previamente esterilizados. Esses foram etiquetados e acondicionados em caixas isotérmicas com gelo para conservação em baixa temperatura até chegarem ao laboratório. As análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Química e Biologia da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Araguaína, mediante a supervisão da orientadora do presente estudo.

3.1 Etapas experimentais

Para a realização da pesquisa, como primeiro passo, iniciou-se a identificação dos pontos no mapa, a partir das informações disponibilizadas pelo Centro de Controle de Zoonoses (CCZ (2020)) de localidades e número de habitantes (Quadro 2). Foram priorizados pontos contrastantes, quanto a densidade de domicílios e áreas preservadas, para poder inferir nos resultados e auxiliar nas discussões.

Para viabilizar a coleta das amostras, contou-se com a colaboração voluntária da ONG “natura-ativa proteger é viver”, com a utilização de caiaques no deslocamento, durante a amostragem, ao longo do lago.

Na análise laboratorial, foram utilizados os materiais e reagentes da UFT/UFNT, do Laboratório de Biologia no campus de Araguaína, localizado na unidade CIMBA.

3.2 Coleta de amostras de água

Foram utilizados frascos de amostragem estéreis, de acordo com o Manual Técnico para coleta de amostras de água (2009), seguindo as recomendações do POP nº03 do Manual para Coleta de águas. Os materiais utilizados para a coleta foram: GPS; Caixa de isopor com gelo; Termômetro 0° a 50°C; Fitas para determinação de pH; Álcool 70°GL; Câmera fotográfica; Caneta própria para escrita em vidro ou plástico com tinta resistente a água; Caderneta para anotações.

Para a executar as coletas, foram seguidos os seguintes passos: 1° - No dia anterior à coleta das amostras de água, foi preparado todo o material que seria utilizado no laboratório; 2° - Realizou-se o preparo dos meios de cultura seguindo as orientações do fabricante, além de que também se realizou esterilização dos frascos e dos demais materiais que seriam utilizados nessa prática.

As coletas foram feitas em nove pontos ao longo do Lago 9 (Figura 5) para uma maior abrangência dos resultados. O ponto de início foi uma Chácara. Saída às 8:30 com a Localização GPS (S 07°13.394' W 048°11.864'), e seguido para os seguintes pontos respectivamente:

- Ponto 01 – próximo a chácaras de lazer, e a coleta foi realizada a aproximadamente 5 metros da margem do lago;
- Ponto 02 – local é o encontro dos rios Tiúba com o rio Lontra. A coleta foi realizada à 50 metros da margem dos rios;
- Ponto 3 – próximo a condomínios, contendo fortes odores desagradáveis e com macrófitas aquáticas ao redor. A coleta foi realizada a cerca de 5 metros da margem do lago;
- Ponto 4 – às margens da Via Lago, em frente ao Ponto de açai. A coleta foi feita na margem do lago, onde continham águas de esgoto, como se fosse uma cachoeira;
- Ponto 05 – também uma coleta na via lago, a 50 metros da margem do lago, este ponto frequentemente é utilizado para atividades de recreação, onde são alugados brinquedos de pedalinho;
- Ponto 06 – saída do setor Itatiaia, no beco, a 50 metros de cada margem, saída do córrego neblina;
- Ponto 07 – na margem local de mata próximo a prainha;

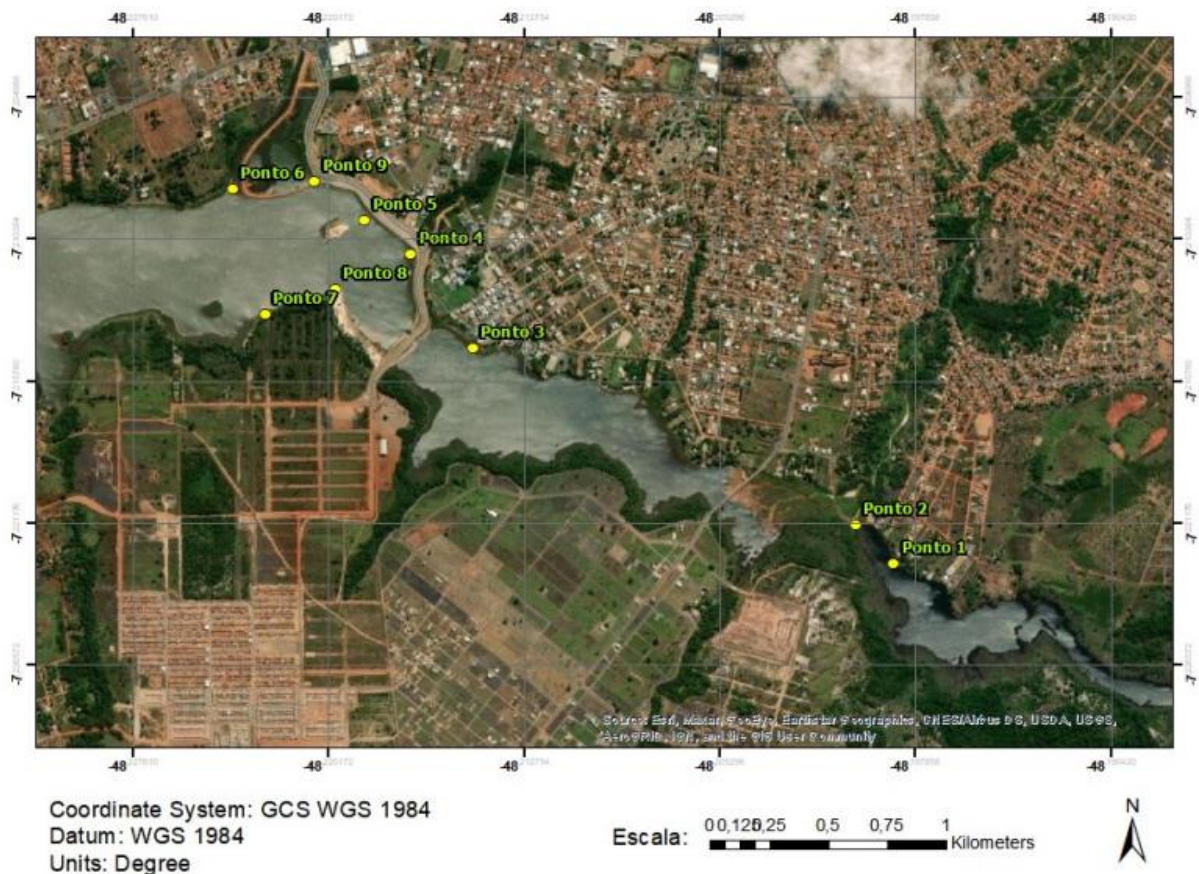
- Ponto 08 – na margem da prainha;
- Ponto 09 – margem do lago ao lado do setor Itatiaia.

Para a realização da coleta em cada um dos pontos mencionados, primeiramente foi feito o preparo dos frascos para a coleta. Foi removida a tampa do frasco com todos os cuidados de assepsia (foi removida a tampa depois que o frasco estava submerso).

Deste modo, com uma das mãos apanhou-se o frasco pela base, mergulhando-o rapidamente com a boca para baixo, a cerca de 15 a 30 cm abaixo da superfície da água, de modo que a boca do recipiente sempre estivesse em sentido contrário à corrente. Em seguida, inclinou-se o frasco lentamente para cima para permitir a saída do ar e consequente enchimento do mesmo. Coletou-se cerca 100 a 200 mL de cada amostra, de modo a que fosse deixado um espaço dentro do frasco suficiente para sua homogeneização. Após a coleta, os frascos foram fechados e identificados devidamente.

Na Figura 5 estão ilustrados em amarelo os pontos da coleta, organizados em formato numérico de modo sequencial, bem como seus respectivos bairros, apresentados em no Quadro 2, construída a partir das coordenadas georreferenciadas dos pontos escolhidos.

Figura 5 – Pontos de Amostragem e parâmetros levantados no Lago Azul em Araguaína, TO



Quadro 2 – Bairros com localização geográfica próximas ao Lago Azul, de acordo com número de habitantes e quantidade de quarteirões, Araguaína – TO

<i>Pontos</i>	Localidades	Nº de habitantes/ Quantidade de Quarteirões
<i>1</i>	Itaipu	2611 / 75
<i>2</i>	Jardim Paulista	2810 / 60
<i>3</i>	Jardim Mansões das Palmeiras	1174 / 47
<i>4</i>	Jardim Filadélfia	544 / 27
<i>5</i>	Jardim Beira Lago	444 / 17
<i>6</i>	Jardim Itatiaia	362 / 36
<i>7</i>	Área Preservada	0 / 0
<i>8</i>	Área Preservada	0 / 0
<i>9</i>	Jardim Itatiaia	362 / 36

Fonte: Elaborado a partir de documento disponibilizado pelo Centro de Controle de Zoonoses (2020).

No dia da coleta foi anotado na ficha de coleta o endereço completo do local, além das coordenadas (latitude e longitude) através de GPS, além de fotografar o local da coleta (Apêndice 1). Uma vez coletadas todas as amostras, foram acondicionadas em caixa térmica refrigerada e transportadas ao laboratório de Biologia da Universidade Federal do Tocantins, campus Araguaína, para posterior análise.

3.3 Análises laboratoriais

Foi realizada a análise microbiológica seguindo o esquema 1 (coliformes totais, *Escherichia coli*, bolores e leveduras além de bactérias heterotróficas).

Para a determinação de bolores e leveduras, foi realizada a transferência de alíquotas de 1mL para as placas Petrifilm® 3M, (Apêndice 2) de acordo com a técnica de uso e interpretação de Company Interpretation Guide – Yeast and Mold Count (2020).

Para a determinação de coliformes totais e fecais, foram utilizadas as placas Petrifilm® EC, (Apêndice 3), (3M Company, St. Paul, MN, EUA), de acordo com a técnica de uso da 3M Interpretation Guide (2014; 2020).

A determinação de bactérias heterotróficas foi realizada seguindo as orientações de Silva, et al. (2017) e FUNASA (2013), onde foram utilizadas placas de Petri com o meio Plate Count Agar, utilizando-se a técnica de plaqueamento em profundidade (pour plate).

Em cada ponto foram coletados dados de geolocalização, foi utilizado o equipamento multiparâmetro Dissolved Oxygen Meter (POL-60) para as análises quantitativas de pH, Oxigênio Dissolvido e Temperatura.

3.3.1 Descrição dos parâmetros

Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH afeta o metabolismo de várias espécies aquáticas. A Resolução CONAMA nº 357/2005, estabelece que para a proteção da vida aquática o pH deve estar entre 6 e 9. Alterações nos valores de pH também podem aumentar o efeito de substâncias químicas que são tóxicas para os organismos aquáticos, tais como os metais pesados.

Temperatura da água

A temperatura influencia vários parâmetros físico-químicos da água, tais como a tensão superficial e a viscosidade. Os organismos aquáticos são afetados por temperaturas fora de seus limites de tolerância térmica, o que causa impactos sobre seu crescimento e reprodução.

Todos os corpos d'água apresentam variações de temperatura ao longo do dia e das estações do ano. No entanto, o lançamento de efluentes com altas temperaturas pode causar impacto significativo nos corpos d'água.

Oxigênio dissolvido

O oxigênio dissolvido é vital para a preservação da vida aquática, já que vários organismos (ex: peixes) precisam de oxigênio para respirar. As águas poluídas por esgotos apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido pois o mesmo é consumido no processo de decomposição da matéria orgânica. Por outro lado, as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido mais elevadas, geralmente superiores a 5mg/L, exceto se houverem condições naturais que causem baixos valores deste parâmetro.

As águas eutrofizadas (ricas em nutrientes) podem apresentar concentrações de oxigênio superiores a 10 mg/L, situação conhecida como supersaturação. Isto ocorre principalmente em lagos e represas em que o excessivo crescimento das algas faz com que durante o dia, devido a fotossíntese, os valores de oxigênio fiquem mais elevados. Por outro lado, durante a noite não ocorre a fotossíntese, e a respiração dos organismos faz com que as concentrações de oxigênio diminuam bastante, podendo causar mortandades de peixes.

Além da fotossíntese, o oxigênio também é introduzido nas águas através de processo físicos, que dependem das características hidráulicas dos corpos d'água (ex: velocidade da água).

Após a realização das coletas, as amostras foram acomodadas em caixas de isopor (com gelo), de modo a conservar as amostras sob refrigeração até a chegada ao laboratório, tendo em vista que prazo para análise é de até 24 h, de preferência em até 8h. Posteriormente

as amostras foram acondicionadas no refrigerador do laboratório para continuar os procedimentos de análises no dia seguinte.

No laboratório, todos os materiais utilizados para o preparo das amostras foram esterilizados em autoclave, foi realizada a assepsia com álcool etílico 70% na bancada onde foram realizadas as manipulações das amostras, a fim de evitar contaminação cruzada.

Em seguida, realizamos os seguintes preparos para a determinação dos meios de cultura de bactérias aeróbias mesófilas, para o isolamento destes microrganismos foi inoculado 1 mL de cada diluição (10-1 e 10-2) em placas de Petri estéreis, em seguida adicionados 15 a 20 mL do meio de cultura PCA (Ágar Padrão de Contagem-PCA) e homogeneizado fazendo movimentos leves em forma de oito em cima da bancada. Depois de solidificado as placas foram incubadas de formas invertidas por 48 horas em estufa a 37°C. O mesmo método foi utilizado para a determinação dos meios de cultura de Salmonella, *Cromobacterium Violaceum* e Fungos / Leveduras.

Para a determinação de coliformes totais, nas placas 3M Petrifilm foi inoculado 1 mL da solução preparada inicialmente, com auxílio de uma pipeta automática e de forma perpendicular no centro da placa, espalhando as amostras 1 a 9 individualmente uma em cada placa, uniformemente com a ajuda de um difusor apropriado para a técnica. As placas foram incubadas. Após o período de incubação das culturas em estufa, por 24-48h/37°C para as bactérias heterotróficas e bactérias coliformes totais e fecais, e por cinco (05) a uma temperatura de 25°C por 5 dias para bolores e leveduras incubadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela abaixo apresenta resultados encontrados durante a coleta de água no Lago Azul.

Tabela 1 – Pontos de amostragem e parâmetros levantados no Lago Azul em Araguaína, TO.

PONTO	GPS*	pH*	T° A*	T° H₂O*	O. D*	Hora da coleta
1	S 07°13.362' W 045°11.919'	6.56	28.5°	26.8°	0.0	8:46
2	S 07°13.273' W 048°12.006'	6.32	29.3°	26.1°	0.3	9:00
3	S 07°12.870' W 048°12.881'	6.41	28,2°	28.4°	43.7	10:00
4	S 07°12.657' W 045°13.022'	6.31	28.0°	28.8°	46.0	10:19
5	S 07°12.580' W 048°13.127'	6.19	28.3°	28.9°	41.5	10:25
6	S 07°12.507' W 048°13.428'	6.90	27.4°	27.2°	75.2	10:36
7	S 07°12.793' W 048°13.355'	6.14	26.6°	29.0°	37.5	10:47
8	S 07°12.737' W 048°13.195'	7.46	26.0°	29.2°	42.9	10:57
9	S 07°12.491' W 048°13.242'	7.40	28.2°	29.2°	100.0	11:21

*GPS: Sistema global de posicionamento; pH: potencial hidrogeniônico; T°A: temperatura ambiente; T°H₂O: temperatura da água; O.D: oxigênio dissolvido.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A seguir, pode-se visualizar os valores médios dos resultados obtidos para os parâmetros avaliados em cada ponto de coleta. Após seguir os procedimentos laboratoriais respeitando o tempo de incubação foram realizadas as leituras das Unidades Formadoras de Colônia (UFC) e organizadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados das análises microbiológicas de águas do Lago Azul, Araguaína, TO

Amostras	Coli Total UFC/mL	E. coli UFC/mL	Bactérias Heterotróficas UFC/mL	Bolores e Leveduras UFC/mL	(<i>Cromobacterium violaceum</i>) P/A*	Salmonelas P/A*
1	1	0	6,3x10 ²	0	+	+
2	2	0	7x10 ²	0	+	-
3	5,4x10 ¹	24	4,8x10 ²	8x10 ¹	+	-
4	1,5x10 ¹	5	1,7x10 ²	1x10 ¹	+	-
5	3,2x10 ¹	0	3x10 ³	2x10 ¹	+	-
6	2,4x10 ²	41	9,2x10 ³	4x10 ¹	-	+
7	1,5x10 ¹	3	4,6x10 ²	6x10 ¹	+	-
8	2,8x10 ¹	0	3,4x10 ²	1x10 ¹	+	-
9	3,4x10 ²	0	4,2x10 ³	0	-	-

*P: presença (+) / A: ausência (-)

Fonte: Elaborado pelo autor.

As águas deste lago, podem vir a se caracterizar águas balneárias, tendo em vista que, ainda que não seja muito utilizada para esta finalidade, encontram-se em pontos turísticos da cidade (como por exemplo a praia do Lago), e podem vir a ser utilizadas desta forma. Conforme a resolução do CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000, a saúde e o bem-estar humano podem vir a ser afetados negativamente se não apresentarem condições de balneabilidade adequadas previstas por esta resolução (CONAMA 2020). Após realizadas as análises coletadas, foi realizada a comparação dos resultados em relação a esta disposição da CONAMA.

Conforme a disposição para as águas doces de classe 1, Resolução CONAMA nº 357 de 2005, estas águas podem também ser destinadas para recreação, a quantidade de coliformes para o uso de recreação de contato primário, salobras e salinas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário) terão sua condição avaliada nas categorias própria e imprópria, sendo que, para enquadrar-se no considerados como de nível Excelente, deve haver no máximo 250 coliformes fecais (termo tolerantes) ou 200 *Escherichia coli* ou 25 *Enterococos* por 100 mililitros, e o índice limite para coliformes totais é de 1.000 por 100 mililitros. Assim, as amostras dos pontos 3 e 6 estão fora dos limites de balneabilidade, com 240 e 410/100mL, respectivamente.

Em relação às bactérias heterotróficas, os padrões de qualidade são descritos na Portaria de Consolidação Nº 5, de 2017, limita a contagem de bactérias heterotróficas ao máximo de 500 Unidades Formadoras de Colônia por mililitro (UFC/ mL).

De acordo com a Tabela 2, observa-se que os valores de maiores contagens para bactérias coliformes totais e *E. coli* são os pontos 6 e 9 são os mais contaminados. Isto é esperado, visto que o ponto 6 tem origem como afluente do córrego Neblina no setor Itatiaia, para o Lago Azul, vale destacar que o córrego corta a cidade de Araguaína, cujo percurso é comum observar tubulações que descartados afluentes de domicílios circundantes, lembrando que encontram hospitais, lava jatos, domicílios antigos com tubulações em locais inadequados, onde são despejados desde águas residuais e águas pluviais. Junto a isso o ponto 9 encontra-se próximo ao ponto 6, porém atualmente represado para construção das obras da prefeitura.

Os pontos 1, 2 e 7, foram os que apresentaram menores contagens de bactérias coliformes totais e *E. coli*, vale ressaltar que esses locais se apresentam mais preservados, e com baixa densidade habitacional (Tabela 2).

Vale destacar que quanto a bactérias heterotróficas as contagens variam de $1,8 \times 10^2$ até $3,1 \times 10^3$, o que de acordo com a Resolução n° 274/2000 (CONAMA, 2000) estes valores encontram-se em conformidade pois segundo a legislação, alterações bruscas ou acima do usual na contagem de bactérias heterotróficas devem ser investigadas para identificação de irregularidade e providências devem ser adotadas para o restabelecimento da integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede), recomendando-se que não se ultrapasse o limite de 500 UFC/mL.

É importante destacar que foi encontrada a presença de *Salmonella spp*, nos pontos 1 e 6, o que indica a necessidade maior o que significa que o uso dessa água deve ter uma maior atenção por parte do município quanto ao seu uso. Sobre a presença de *Chromobacterium violaceum*, chama atenção sua presença nos pontos 1, 2, 3, 4, 5, 7 e 8 (Tabela 2).

Segundo Ponte; Jenkins (1992), *Chromobacterium violaceum* é um bacilo Gram negativo, aeróbio facultativo, encontrado na água e no solo de regiões tropicais e subtropicais, foi recentemente reconhecido como um patógeno oportunista que pode causar abscessos no fígado, pulmão e pele, bem como septicemias graves em humanos e outros animais. Outros relatórios associando *C. violaceum* a doença crônica granulomatosa, osteomielite, celulite periorbital, e infecção ocular tem sido descrita na literatura. Essas infecções, embora raras, são caracterizadas por sua rápida disseminação.

5. CONCLUSÃO

Por meio das análises realizadas durante o levantamento das condições físico-químicas e microbiológicas do lago, pode-se concluir que as águas sob estudo durante o período avaliado, ainda que possam ser destinadas à recreação, não são recomendadas para recreação com contato primário, como natação e mergulho, nem para o consumo direto sem tratamento prévio, conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005.

A importância deste estudo se dá devido ao fato de ser uma área estratégica para a prefeitura configurada como cartão postal da cidade e que tem potenciais futuros projetos, inclusive de revitalização com a inserção de peixes e áreas de lazer e infraestrutura municipal e outros empreendimentos. Diante disto, ressalta-se a importância de considerar os resultados, como estes apresentados nesse estudo no planejamento ambiental desse local.

Faz-se necessário a análise periódica da qualidade da água, em seus parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, embora os resultados das análises microbiológicas nos diferentes pontos do lago não apresentem números muito elevados de microrganismos indicadores de sua qualidade. Devido à localização geográfica deve-se prestar especial atenção ao monitoramento deste corpo aquático, uma vez que as ocupações urbanas próximas a um corpo de água, como o caso do Lago Azul, podem trazer problemas de aumento da sedimentação e servir de fonte de nutrientes para organismos que participam de processos de eutrofização, que segundo o grau de trofia poderiam causar o decréscimo de oxigênio dissolvido na água não permitindo a sobrevivência de organismos que usam oxigênio para sobreviver, como o caso dos peixes, entre outras consequências negativas para o ambiente e seu entorno.

Deste modo, este estudo teve como finalidade contribuir para a pesquisa científica, e ainda que este não seja conclusivo, pode abrir perspectivas para o aprofundamento do tema por outros pesquisadores. Entretanto, o que mais estimulou a pesquisa é a importância que o tema tem para a biologia e seu impacto nas futuras gerações.

REFERÊNCIAS

- ADORNO, L. F. M.; NOSCHANG J.; JUCÁ, S.; DUTRA, S. A política ambiental no estado do Tocantins: Gestão ambiental integrada com ênfase em recursos hídricos. **Revista Interface**, Porto Nacional, v.3, n.3, p. 46-61, 2006. Disponível em: <<https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/interface/issue/view/33>>. Acesso em 10 set. 2021.
- ARAGUAÍNA. **Município de Araguaína** – turismo. 2013. Disponível em: <<http://www.araguaina.to.gov.br/portal/paginas.php?p=turismo>>. Acesso em 02 jun. 2021.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **Portaria de Consolidação N° 5, DE 28 DE SETEMBRO DE 2017**. Brasília, 2017. Disponível em: <http://portalsinan.saude.gov.br/images/documentos/Legislacoes/Portaria_Consolidacao_5_28_SETEMBRO_2017.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2021.
- CENTRO DE CONTROLE DE ZONÓSES – CCZ. Prefeitura Municipal de Araguaína, Secretaria da Saúde. Araguaína, TO. 2020. Disponível em: <<https://araguaina.to.gov.br/portal/paginas.php?p=not¬=noticias&id=4260>>. Acesso em 22 ago. 2021.
- CHEN C.H.; LIN, L.C.; LIU, C.E.; YOUNG, T.G. *Bacteremia por Chromobacterium violaceum*: relato de caso. **Journal of Microbiology, Immunology, and Infection**, v. 36, n. 2, pág. 141-144, 2003.
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n° 274. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 29 nov. 2000. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/Resolucao_Conama_274_Balneabilidade.pdf>. Acesso em 30 ago. 2021.
- CONAMA. “Resolução N°. 357 de maio de 2005. **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**. In: Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília (DF). Disponível em: http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf. Acesso em 30 ago. 2021.
- CONEXÃO Tocantins. **Em Araguaína, dia do meio ambiente terá drive-thru de entrega de mudas e soltura de peixes**. 2020. Disponível em: <<https://conexaoto.com.br/2020/06/04/em-araguaina-dia-do-meio-ambiente-tera-drive-thru-de-entrega-de-mudas-e-soltura-de-peixes>>. Acesso em 22 jun. 2021.
- EATON, A. D.; CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E. FRANSON, M. A. H. American Public Health Association., American Water Works Association., & Water Environment Federation. (1998). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington, DC: American Public Health Association.
- EGITO, L. C. M.; MEDEIROS, M. G.; DE MEDEIROS, S. R. B.; AGNEZ-LIMA, L. F. Cytotoxic and genotoxic potential of surface water from the Pitimbu river, northeastern/RN Brazil. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 30, n. 2, p. 435-441, mar. 2007.

Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/gmb/a/9JDTQhLnphJFJrJgdmhTFXM/?format=pdf&lang=en>>.

Acesso em 20 out. 2021

ESTEVEZ, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência 1998. 602 p.

FERNANDES, L. F. **O parque ecológico Cimba: território e cultura como elementos da percepção ambiental em Araguaína**. 2017. 103f. Dissertação (Mestrado em Estudos de Cultura e Território) – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Estudos de Cultura e Território, Araguaína, 2017. Disponível em <<https://repositorio.uft.edu.br/bitstream/11612/947/1/Lillian%20Fonseca%20Fernandes%20-%20Disserta%20a7%20a3o.pdf>>. Acesso em 20 out. 2021.

FUNASA – FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE. Manual prático de análise de água. 4. ed. – Brasília : Funasa, 2013. 150 p.

GARCIA, K. F. O. **Ocorrência das espécies da bactéria *Salmonella* em águas superficiais**. [s.d]. Disponível em: <<https://grupoep.com.br/bacteria-salmonella-aguas-superficiais/>>. Acesso em 20 ago. 2021.

GERTEL, P.; TAU-K-TORNISIELO, S.M.; MALAGUTTI, E. N. **Qualidade das águas dos córregos São Joaquim e Ribeirão Claro, bacia do rio Corumbataí-SP, Brasil**. *Holos Environment*, Rio Claro, v.3, n.2, p.103-119, 2003.

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

JORDÃO, E. P; PESSÔA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 8ª ed. Rio de Janeiro. Editora ABES. 2017.

Lei complementar no 051, de 02 de outubro de 2017. Lei Municipal Plano Diretor de Araguaína. 2017. Disponível em: https://leis.araguaina.to.gov.br/Leis/plano_diretor2017.pdf. Acesso em: 02 jun. 2021.

Manual Técnico para coleta de amostras de água. Florianópolis, 2009. Disponível em: <<https://ctec.ufal.br>>. Acesso em: 19 nov. 2021.

MORMUL, R. P.; KWIATKOWSKI, A.; ZERBINI, D. de L. N.; FREITAS, A. A. de; ALMEIDA, A. C. G. de. <div align="justify">AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM NASCENTES DA FAVELA SÃO FRANCISCO DE CAMPO MOURÃO/PR.</div align="justify">. **SaBios-Revista de Saúde e Biologia**, [S. l.], v. 1, n. 1, 2006. Disponível em: <<http://periodicos.grupointegrado.br/revista/index.php/sabios/article/view/28>>. Acesso em: 20 set. 2022.

Notícias – Avança obra da Via Lago com etapa de fundação da ponte. 2016c. Disponível em:<<http://www.araguaina.to.gov.br/portal/paginas.php?p=not¬=noticias&id=1647#.WHjSAjUln4>>. Acesso em 02 de jun. 2021.

OLIVEIRA, V.; NETO, A.; ALMEIDA, G.; PELEGRINI, R. **Avaliações físicas, químicas e biológicas da microbacia do córrego Modeneis em Limeira-SP**. Engenharia ambiental: Pesquisa e Tecnologia, Espírito Santo do Pinhal, v.5, n.1, p 086-096, 2008.

OSTRO, B. **Outdoor air pollution: assessing the environmental burden of disease at national and local levels**. Geneva: World Health Organization; 2004. (Environmental Burden of Disease Series, 5).

PEREIRA, A. J. **Leituras de paisagens urbanas: Um estudo de Araguaína – TO**. Tese de Doutorado. Uberlândia/MG, 2013.

PONTE, R.; JENKINS, S. G. Infecções fatais por *Chromobacterium violaceum* associadas à exposição a águas estagnadas. **O jornal de doenças infecciosas pediátricas**, v. 11, n. 7, pág. 583-586, 1992. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0036-46652000000200008>>. Acesso em 10 jul. 2021.

POWELL, M. Construção de um programa nacional de monitoramento da qualidade da água. **Ciência e tecnologia ambiental**, v. 29, n. 10, p 458-463, 1995.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. Ed.-São Paulo: Atlas, 2003.

RESOLUÇÃO de nº 369/2006. **Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=489>>. Acesso em: 02 jun. 2021.

RIBEIRO, M. R.; SOUSA, S. R.; MUNIZ, D. H. F. M.; SILVA, M. C.; OLIVEIRA-FILHO, E. C. **Caracterização microbiológica e físico-química de águas superficiais em parques urbanos no Distrito Federal**. 2010 Universitas: Ciências da Saúde, Brasília, v. 8, n. 2, p. 15-34, jul./dez. 2010 Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/272774348_Caracterizacao_microbiologica_e_fisico-quimica_de_aguas_em_parques_urbanos_no_Distrito_Federal>. Acesso em 11 jul. 2021.

SANCHES, H. N. **Desigualdades socioespaciais e seus reflexos na saúde pública: aspectos epidemiológicos das doenças diarreicas agudas (DDA) na cidade de Araguaína**. 2021. 140 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Demografia) – Programa de Pós-Graduação em Demandas Populares e Dinâmicas Regionais. Universidade Federal do Tocantins. Tocantins. Disponível em: <<https://docs.uft.edu.br/share/proxy/alfresco-noauth/api/internal/shared/node/jHSmHNVTswyCokUqfP6r2g/content/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Final%20de%20Heloisa%20Negri%20Sanches.pdf>>. Acesso em 10 ago. 2021.

SHIKLOMANOV, I. A. **World water resources: a new appraisal and assessment for the 21st century**. Paris: UNESCO, 1998.

STRIEDER, M.N.; RONCHI, L.H.; STENERT, C.; SCHERER, R.T.; NEISS, U.G. Medidas biológicas e índices de qualidade da água de uma microbacia com poluição urbana e de curtumes no Sul do Brasil. **Acta Biológica Leopoldensia**, Porto Alegre, v.28, n.1, p.17-24, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-69162010000400017>>. Acesso em 10 ago. 2021.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O. de M. Cenários da gestão da água no Brasil: uma contribuição para a” visão mundial da água”. **RBRH: Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Vol. 5, n. 3 (jul./set. 2000), p. 31-43, 2000. Disponível em: < <http://rhama.com.br/blog/wp-content/uploads/2017/01/cenarios-da-gestao-da-agua-no-brasil-1.pdf>>. Acesso em 20 de ago. 2021.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; RODRÍGUEZ, S. L. **Gerenciamento e Recuperação das Bacias Hidrográficas dos Rios Itaqueri e do Lobo e da Represa Carlos Botelho (Lobo-Broa)**. IIE, IIEGA, PROAQUA, ELEKTRO, 2003.

VASCONCELOS, C. H.; ANDRADE, R. C.; BONFIM, C. V.; RESENDE, R. M. S.; QUEIROZ, F. B.; DANIEL, M. H. B.; GRIGOLETTO, J. C.; CABRAL, A. R.; REDIVO, A. L.; LACERDA, J. C. V.; ROHLFS, D. B. Vigilância da qualidade da água potável na Amazônia Legal: análise de áreas vulneráveis. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 24, p. 14-20, 2016. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/1414-462X201500040142>>. Acesso em 20 ago. 2021.

3M Company. Thermo Fisher Scientific Australia and New Zealand – authorized distributor of 3M. E. coli/Coliform Count. Interpretation Guide. Folheto teórico. 2014. 6pp.

3M Company. Interpretation Guide – Yeast and Mold Count Plate. Folheto teórico. 2020. 8pp.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – FOTOS DA COLETA DE AMOSTRAS NO LAGO

As fotos foram registradas na etapa de pré-produção, quando fomos realizar as coletas para posteriormente submeter à pesquisa.

FOTO: Chegada da equipe ao Lago Azul para início das coletas.



Fonte: Autoria Alcir Batista.

FOTO: Vista panorâmica do Lago Azul



Fonte: Autoria própria

FOTO: Vista da margem do Lago Azul



Fonte: Autoria própria

FOTO: Margens do Lago Azul.



Fonte: Autoria própria

FOTO: Realizando as anotações necessárias das coordenadas GPS, temperatura da água, oxigênio dissolvido, e pH da água em um ponto específico.



Fonte: Autoria Lilyan Rosmery Luizaga de Monteiro.

FOTO: Momento da coleta



Fonte: Autoria própria

FOTO: Realização da coleta no ponto 9.



Fonte: Autoria: Lilyan Rosmery Luizaga de Monteiro.

FOTO: Transportando os materiais, para a realização das coletas em pontos específicos.



Fonte: Autoria: Lilyan Rosmery Luizaga de Monteiro.

APÊNDICE 2 – FOTOS DA ANÁLISE DAS AMOSTRAS

As fotos foram registradas na etapa de análise das amostras em laboratório.

FOTO: Material que foi utilizado no preparo das amostras dentro do laboratório de biologia.



Fonte: Autoria própria (2021).

FOTO: Meios de cultura utilizados PCA.



Fonte: Autoria própria

FOTO: Meios de cultura utilizados para detectar presença de Salmonelas.



Fonte: Autoria própria

FOTO: Preparo das amostras.



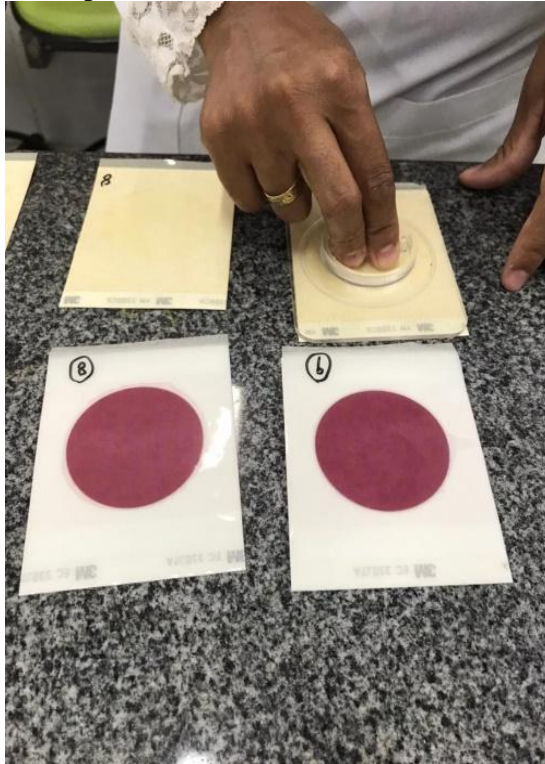
Fonte: Aatoria: Lilyan Rosmery Luizaga de Monteiro.

FOTO: Preparo das amostras.



Fonte: Aatoria: Lilyan Rosmery Luizaga de Monteiro.

FOTO: Preparo das amostras para coliformes totais e salmonelas nas placas 3M Petrifilm.



Fonte: Autoria: Lilyan Rosmery Luizaga de Monteiro.

FOTO: Amostras acondicionadas em estufa.



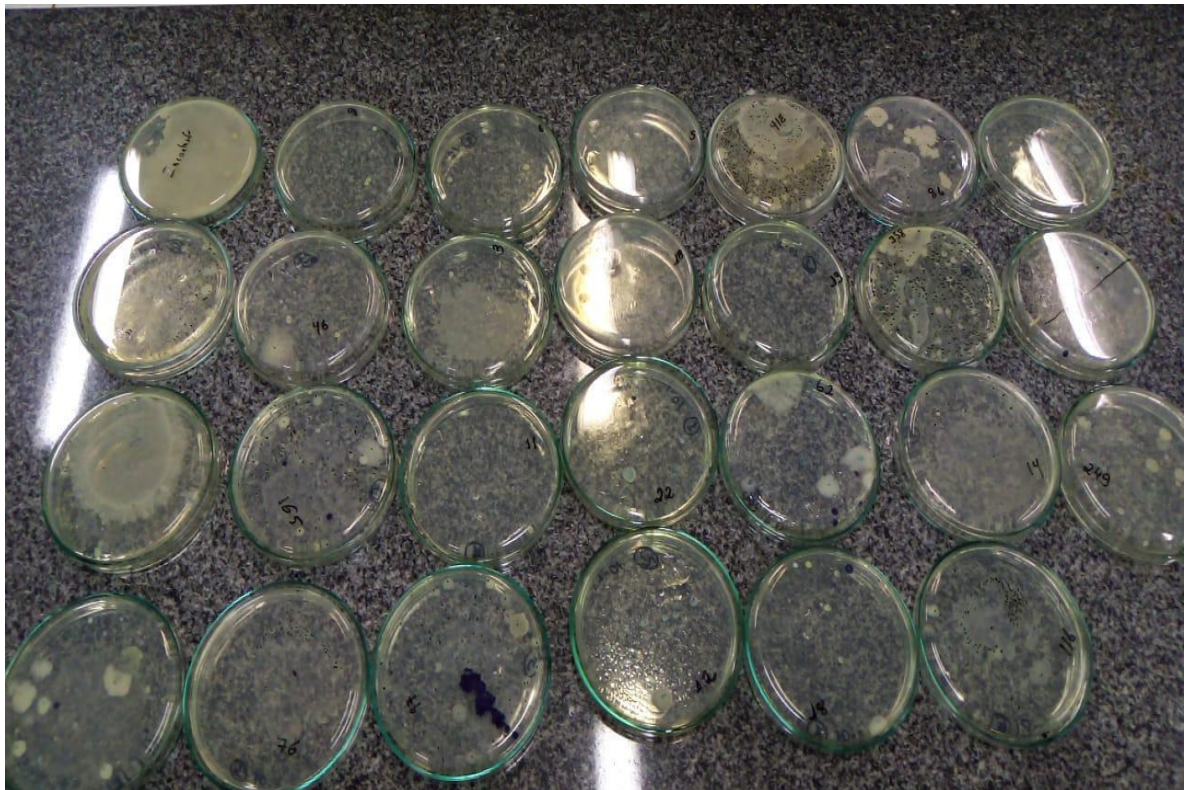
Fonte: Autoria própria

FOTO: Crescimento de colônias para Coliformes Totais.

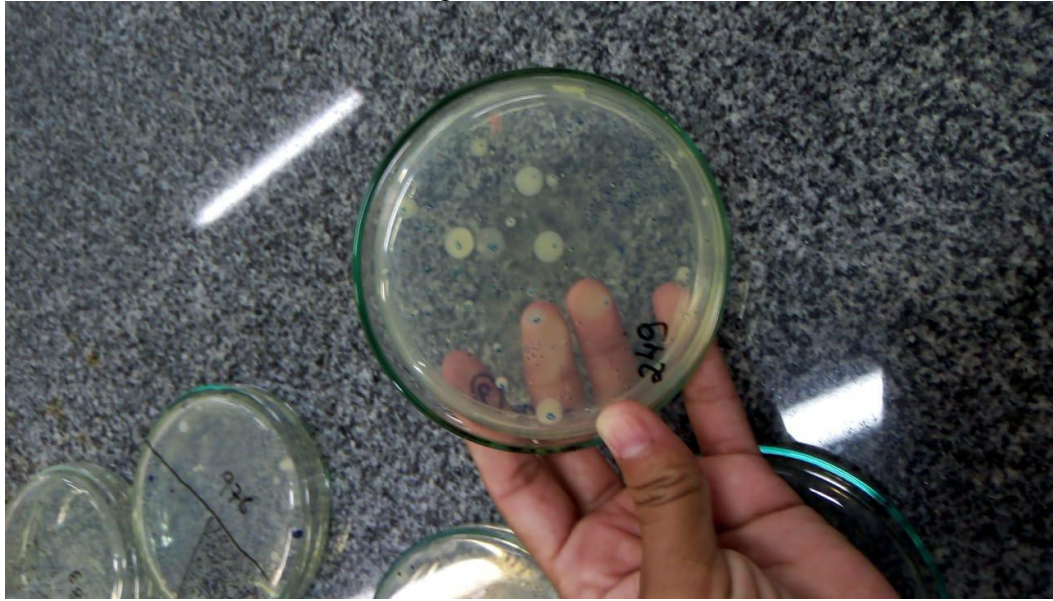


Fonte: Autoria própria

FOTO: Crescimento das demais colônias bacterianas.



Fonte: Autoria própria

FOTO: Contagem de colônias bacterianas.**Fonte:** Autoria própria

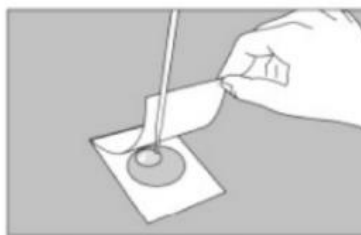
APÊNDICE 3 – ESQUEMAS REPRESENTATIVOS DOS PROCEDIMENTOS LABORATORIAIS.

FOTO: Instruções de uso para contagem de Enterobacteriaceae (3M Petrifilm)

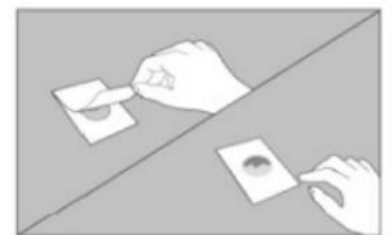
Inoculação



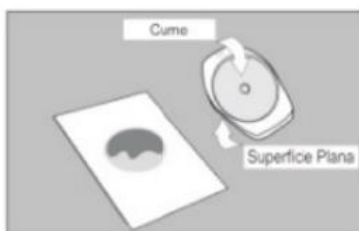
1 Coloque a placa Petrifilm em superfície horizontal. Erga a película do filme superior.



2 Com a pipeta perpendicular à placa Petrifilm coloque 1 mL de amostra no centro da parte inferior do filme.



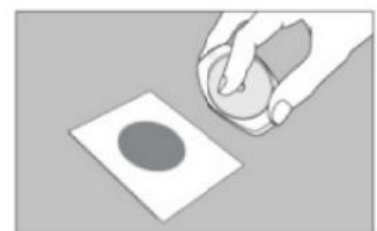
3 Cuidadosamente abaixe o filme para evitar a formação de bolhas de ar. Não deixe o filme cair.



4 Com a face voltada para baixo, coloque o espalhador na parte superior do filme sobre o inoculado.



5 Cuidadosamente aplique pressão sobre o difusor para distribuir o inoculado sobre a área circular antes do gel se formar. Não gire nem deslize o difusor.

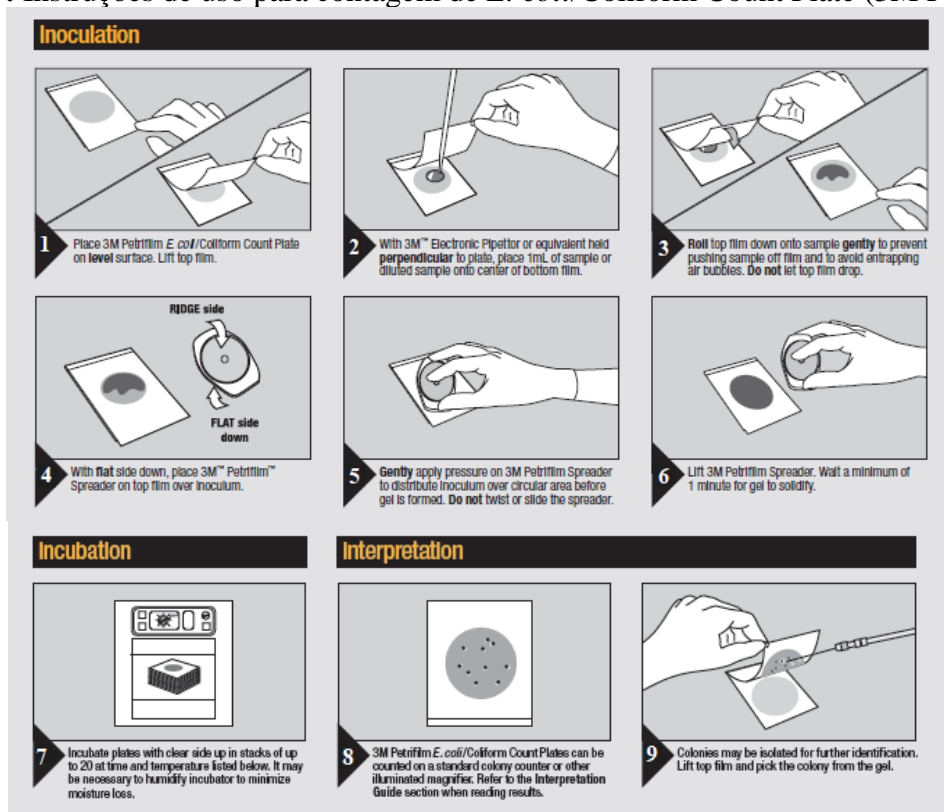


6 Levante o difusor. Aguarde pelo menos um minuto para a solidificação do gel.



Fonte: Guia de Interpretação – Placas para contagem rápida de Enterobacteriaceae.

FOTO: Instruções de uso para contagem de *E. coli*/Coliform Count Plate (3M Petrifilm)



Fonte: Guia de Interpretação – Placas para contagem rápida de de *E. coli*/Coliform Count Plate (3M Petrifilm).