



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
DEPARTAMENTO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

JOENILCE DE SOUZA CARDOSO

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA MINA T6 (LAGOA
AZUL) EM SERRA DO NAVIO E SUA BALNEABILIDADE**

MACAPÁ - AP

2020

JOENILCE DE SOUZA CARDOSO

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA MINA T6 (LAGOA AZUL) EM SERRA DO NAVIO E SUA BALNEABILIDADE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação de Ciências Ambientais, para a obtenção da certificação no Curso de Bacharel em Ciências Ambientais, na Universidade Federal do Amapá.

Orientadora: Profª. Ma. Selma dos Santos Melo
Co-Orientador: Profª. Dr. Joel Estevão Melo Diniz

MACAPÁ - AP

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal do Amapá

Cardoso, Joenilce de Souza.

Análise físico-química e microbiológica da mina T6 (Lagoa Azul) em Serra do Navio e sua balneabilidade. / Joenilce de Souza Cardoso; Orientadora, Selma dos Santos Melo; Co-orientador, Joel Estevão de Melo Diniz. – Macapá, 2021.
28 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Amapá, Coordenação do Curso de Ciências Ambientais.

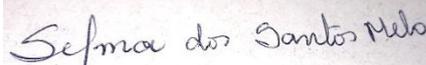
1. Água – Qualidade. 2. Água – Análise microbiológica. 3. Água – Análise físico-química. 4. Serra do Navio – Amapá. 5. Lagoa Azul (AP) – Balneabilidade. I. Orientadora, Melo, Selma dos Santos. II. Co-orientador, Diniz, Joel Estevão de Melo. III. Fundação Universidade Federal do Amapá. IV. Título.

628.16098116 C268a
CDD. 22 ed.

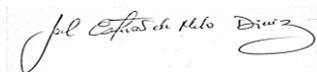
JOENILCE DE SOUZA CARDOSO

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA MINA T6 (LAGOA AZUL) EM SERRA DO NAVIO E SUA BALNEABILIDADE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação de Ciências Ambientais, para a obtenção da certificação no Curso de Bacharel em Ciências Ambientais, na Universidade Federal do Amapá



Prof^a. Ma. Selma dos Santos Melo – Orientadora



Prof. Dr. Joel Estevão Melo Diniz – Co-Orientador



Prof. Dr. Eldo Silva dos Santos – 1º Examinador



Prof^a. Dra. Julieta Bramorski – 2º Examinador

Aprovada (o) em: **18/06/2021**

Nota: **7,8**

Com carinho dedico a Deus, e a minha família
que sempre estiveram comigo nessa longa
caminhada.

AGRADECIMENTOS

Diante de tantas dificuldades e as vezes vontade de desistir, aqui estou finalizando esse curso escolhido entre tantos.

Sou agradecida pelas orações e por tantos desejos de força para que eu finalizasse.

Meu agradecimento maior é para quem mesmo no meu desanimo nunca me deixou um minuto sequer. Deus.

Agradeço, minha família Cid, Jeannie, Janinie que foram meu apoio e suporte em todo momento da minha vida.

Aos meus Pais Adamir e Raimunda incessantes na oração direcionados a mim.

Minha sogra Rosinda, que contribuiu nessa jornada também.

Aos meus amigos queridos que fiz durante o curso e que foram parceiros guerreiros me ajudando tantas vezes em especial, Caio, Fane, Aura, Margarida, Reinaldo e Célia.

Aos meus professores que durante esses anos fizeram parte da minha vida acadêmica.

E por fim, agradecer a mim mesmo, por ter enfim finalizado esse curso.

“Em Cristo somos mais que vencedores”

Bíblia Sagrada

RESUMO

A água é um bem universal de uso direto e indireto, necessário à vida em todas as suas fases, sendo uma delas como forma recreacional, portanto se faz necessário que ela mantenha os padrões de qualidade para que possa ser utilizada, sem trazer malefícios a saúde humana. A cidade de Serra do Navio é conhecida entre os moradores do estado do Amapá como o município mais próspero da década de 70, devido a exploração do manganês e outros minerais, onde muitos moradores mais antigos do estado chegaram a trabalhar e morar. Este trabalho teve como objetivo analisar a qualidade microbiológica e físico-química da água da Mina T6, conhecida popularmente como Lagoa Azul no município de Serra do Navio no estado do Amapá, visando os aspectos de acordo com sua balneabilidade, identificando os possíveis efeitos à saúde humana e se está em conformidade com a Resolução do CONAMA nº 274/2000. A metodologia do trabalho foi por análise em amostra da água coletada em dois períodos que compreenderam os meses de maio e setembro, em pontos pré-determinados. Os resultados das análises físico-químicas, mostraram que apenas o manganês e fósforo, estão fora dos padrões estabelecidos para parâmetros de potabilidade, inviabilizando o consumo da água da lagoa, e as análises microbiológicas apresentaram conformidades com os parâmetros normatizados, tornando a água da lagoa própria para banho.

Palavras Chaves: Serra do Navio. Qualidade da água. Balneabilidade.

ABSTRACT

Water is a universal good of direct and indirect use, necessary for life in all its phases, one of them being a recreational form, so it is necessary for it to maintain quality standards so that it can be used without harming health human. The city of Serra do Navio is known among the residents of the state of Amapá as the most prosperous municipality in the 70s, due to the exploration of manganese and other minerals, where many of the oldest residents of the state worked and lived. This work aimed to analyze the microbiological and physicochemical quality of water from Mina T6, popularly known as "Lagoa Azul" in the municipality of Serra do Navio in the state of Amapá, aiming at aspects according to its bathing capacity, identifying the possible effects human health and is in compliance with the parameters of Ordinance No. 2.914/2011 and CONAMA Resolution No. 274/2000. The work methodology was by evaluating a sample of water collected in two periods that comprised the months of May and September, at predetermined points. The results found in microbiological analyzes were in accordance with the standardized parameters, while the physical-chemical analyzes due to the high content of manganese and phosphorus are outside the established standards, making the recreational use of pond water unfeasible.

Keywords: Serra do Navio. Water quality. Bathing.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Arquitetura da cidade de Serra do Navio.....	14
Figura 2 - Mapa de localização da área da Lagoa Azul.....	15

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros Físico-químicos de potabilidade da água.	19
Tabela 2 - Parâmetros microbiológicos de balneabilidade de água.....	23
Tabela 3 - Resultados análises: Amônia; Cloreto; Cor Aparente.....	23
Tabela 4 - Resultados análises: Dureza total; Metais totais e Fósforo.....	24
Tabela 5 - Resultados análises: Fluoreto; Nitrato; pH.....	24
Tabela 6 - Resultado análises: Sólido suspensos; Sulfato; Turbidez.....	25
Tabela 7 - Resultado para Coliformes Totais e Escherichia Coli.....	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
IAL	Instituto Adolfo Lutz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICOMI	Indústria e Comércio de Minérios
IFHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
mg/L	Miligrama por Litro
uH	Unidade Hazen (mgPt-Co/L)
UNIFAP	Universidade Federal do Amapá
uT	Unidade de Turbidez
VMP	Valor Máximo Permitido

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVO	13
2.1. Geral	13
2.2. Específicos	13
3. REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1. Serra do Navio e seu potencial turístico.	14
3.2. Mineração e seus Impactos Ambientais.	15
3.3. Qualidade microbiológica da água e a balneabilidade.	17
3.4. Qualidade físico-química da água e a saúde humana.	18
4. MATERIAIS E MÉTODOS	20
4.1. Análises Físico-químicas.	20
4.1.1. Amônia (como NH ₃)	20
4.1.2. Cloreto	20
4.1.3. Cor Aparente	20
4.1.4. Determinação de Dureza Total	20
4.1.5. Determinação de metais totais por espectrometria Ultravioleta/Visível (UV/VIS).	21
4.1.6. Fluoreto	21
4.1.7. Nitrato (como N)	21
4.1.8. pH	21
4.1.9. Sólido Suspenso	21
4.1.10. Sulfato	21
4.1.11. Turbidez	22
4.2. Análise Microbiológica.	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5.1. Análise Microbiológica.	26
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIAS	28

1. INTRODUÇÃO

A água possui grande relevância para todas as formas de vida existentes no planeta, devido estar presente na maioria dos processos físicos, químicos e biológicos. Entretanto, a sociedade tem explorado este recurso natural de forma inadequada, principalmente a partir da era industrial, causando graves impactos relacionados à baixa qualidade dos recursos hídricos e sua escassez. A elevada diversificação dos usos, a devastação de áreas alagadas, a poluição, a supressão de matas ciliares e a contaminação dos corpos hídricos pelo despejo de resíduos líquidos e sólidos no ambiente, têm provocado uma intensa perda da qualidade e redução na disponibilidade da água (TUNDISI, 2003).

A balneabilidade é a qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário, sendo este entendido como um contato direto e prolongado com a água (natação, mergulho, esqui-aquático etc.), onde a possibilidade de ingerir quantidades apreciáveis de água é elevada (CETESB, 2020).

Todavia, em função da ausência de monitoramento e falta de informações para o público frequentador, eles podem entrar em contato com águas contaminadas, sendo expostos à riscos maiores de contrair uma série de doenças, especialmente no caso dos idosos, pessoas com baixa resistência imunológica e crianças (LOPES et. al, 2013).

Serra do Navio possui grande atrações turísticas, como rios, cachoeiras e lagoas, e uma das mais conhecidas é a Lagoa Azul, nome popular dado a Mina T6, uma cava aberta pela empresa ICOMI – Indústria e Comércio de Minérios S.A, para extração do manganês.

Segundo relatos de moradores de Serra do Navio durante a visita, a lagoa surgiu de uma escavação que alcançou o lençol freático, fazendo com que a mina fosse inundada, resultando na paralização e posterior abandono da extração de minério naquele local. Esta lagoa fica próxima de uma das estradas abertas pela empresa ICOMI mineradora que explorou manganês no município até meados de 1997, assumindo uma tonalidade azulada, ganhando assim o nome de Lagoa Azul.

Com isso, este estudo realizou análises físico-químicas e microbiológicas da água coletada na Lagoa Azul, em Serra do Navio no Estado do Amapá, avaliando sua condição de balneabilidade, utilizando os parâmetros estabelecidos pela Resolução do CONAMA nº 274/2000.

2. OBJETIVO

2.1. Geral

Analisar e caracterizar a qualidade físico-química e microbiológica da água da Mina T6 (Lagoa Azul) no município de Serra do Navio no estado do Amapá, com ênfase na balneabilidade, e identificar os possíveis efeitos a saúde humana.

2.2. Específicos

- Realizar análises físico-químicas e microbiológicas da água;
- Comparar os resultados encontrados nas análises físico-químicas de acordo com Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde;
- Comparar os resultados encontrados nas análises microbiológicas de acordo com resolução do CONAMA nº 274/2000;
- Verificar a qualidade da água para balneabilidade;

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Serra do Navio e seu potencial turístico.

Criada pela Indústria e Comércio de Minério (ICOMI), na década de 1950 (IFHAN, 2018) e em 1992 transformada em município, pela Lei Federal nº 007/92, Serra do Navio possui uma população estimada em 5.488 mil habitantes, em uma área de 7713,046 km², se encontra à 207 km distante da capital amapaense. Possui um clima tropical moderado, com variações de temperatura entre 21 a 35° C, com uma vegetação diversificada, fazendo parte da floresta amazônica (IBGE, 2020; VALARELLI, 1967).

De acordo com Tostes (2016), Serra do Navio foi criada para abrigar os familiares dos operários da empresa mineradora ICOMI, viveu momentos de desenvolvimento local com um padrão habitacional em estilo de vida americano, sistema de tratamento e abastecimento de água e esgoto, e infraestrutura satisfatória. Possui, ainda, em alguns locais a arquitetura da época auge do minério de manganês, resquícios de um período grandioso e cheio de esperanças onde o manganês era o principal gerador da economia na região e, por conseguinte na economia local. Na Figura 1, temos a visão de uma construção típica da cidade.



Figura 1 - Arquitetura da cidade de Serra do Navio.
Fonte: Máira Onofri, 2018.

A infraestrutura lembra uma pequena cidade do sul do país. Sua fauna é bastante rica e sua flora bastante diversificada. É o único lugar no país que possui uma espécie rara de beija-flor: o brilho de fogo ou topazzi. Uma curiosidade que pode explicar o nome da cidade é, segundo os moradores, que o rio que passa em frente à cidade, se observado via área, possui a forma de um navio (OLIVEIRA, 2010).

Serra do Navio foi um marco histórico para o território do Amapá, tornando um símbolo de ostentação e riqueza. O município de Serra do Navio experimentou tempos de prosperidade numa era em que havia a preocupação no que diz respeito às condições de uma infraestrutura no nível de primeiro mundo na localidade, mas com o passar dos anos e a redução do produto para a continuação das atividades da mineração, fez com que a empresa encerrasse suas atividades, Serra do Navio passou a ter então uma administração pública (TOSTES et.al, 2008). O tombamento da cidade aprovado em 2010 e oficializado em 2011 é uma tentativa de resgatar, preservar e redimensionar a perspectiva de desenvolvimento local, de um dos maiores patrimônios da região amazônica (TOSTES, 2008).

A própria paisagem da cidade e do entorno se converte em atração para o visitante. A cidade organiza ainda o Festival do Cupuaçu, no mês de setembro. (GOVERNO DO AMAPÁ, 2020), possui ainda várias outras atrações como clima, corredeiras, rios, cachoeiras, trilhas e acampamentos nas montanhas, Serra do Navio também é frequentemente visitada, por suas lagoas, onde a mais conhecida é a Lagoa Azul, assim chamada devido a coloração azulada da água. A Lagoa Azul é uma cava de mina antiga abandonada de extração de manganês, que se tornou um ponto turístico muito procurado, a Mina T6 nome dado pela empresa ICOMI para essa cava é cercada por mata nativa, tem uma paisagem exuberante e possui um grande atrativo para quem a visita. Na Figura 2, tem-se a visão aérea da lagoa.



Figura 2 - Imagem aérea da Lagoa Azul.

Fonte: Google Earth, 2020.

3.2. Mineração e seus Impactos Ambientais.

A mineração é um dos suportes econômicos do Brasil. Desde o período colonial já se registrava essa atividade como principal geradora de riqueza. O ouro e a prata extraídos

pela colônia sustentavam a riqueza da Metrópole. As massas retiradas eram sempre razoáveis e em sua extração adotavam-se métodos rudimentares. Por outro lado, as necessidades de produtos de origem mineral eram, naquele tempo a garantia da riqueza das nações (GERMANI, 2002).

Essas explorações de variados tipos de minerais sustenta um grande mercado interno e externo. Os produtos da mineração extraído no Brasil sustentam grandes empreendimentos elevando o PIB quando essa atividade tem uma participação na economia de 4,3 % (IBGE, 2018).

Conforme Melo (2010), A relação da mineração e do desenvolvimento, sugere que essa atividade econômica é incapaz de desenvolver de forma sustentável a região onde ocorre, cabendo ao poder público promover recursos que compensem os impactos sociais e ambientais a qual aquela comunidade foi submetida (RIBEIRO; SOUTO, 2014).

Todavia a atividade de mineração necessita de áreas extensas para que ocorra a retirada de material, fazendo com que grandes extensões de solo sejam prejudicadas; esse uso intensivo de terra ocasiona impactos ambientais e que transformam a natureza local, muitas vezes irreversivelmente, o que altera a “forma espacial”, química do solo, afetando até mesmo os cursos d’água. (FERREIRA, 2014).

Mechi e Sanchez (2010), explicitam que a falta de ações de planejamento por parte dos poderes públicos e as carências aqui referidas têm gerado conflitos da atividade com outras formas de uso do solo, em muitos casos com desconforto e riscos às comunidades circunvizinhas. Além disso, a falta de controle e a não recuperação ambiental satisfatória das áreas mineradas têm causado uma série de outros impactos indesejáveis ao meio ambiente.

O CONAMA na Resolução nº 1, de 23 de janeiro de 1986, fala que:

Art. 1º Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V - a qualidade dos recursos ambientais.

Ferreira (2014) também cita que uma dessas alterações que ocorrem é que nos locais onde existiam as minas, existem enormes cavas, resultado da alteração do solo e consequentemente alteração nas bacias hídricas.

Mechi e Sanchez (2010), em seu trabalho sobre impactos ambientais na mineração do Estado de São Paulo, cita que:

“A maioria das cavas de mineração abertas em várzeas para extração de areia ou argila resulta em lagoas que, apesar de destinadas ao uso de piscicultura ou pesque-pague na maioria dos planos de recuperação, acabam com frequência abandonadas e em processo de eutrofização. Geralmente, essas situações se repetem ao longo da mesma várzea, criando um adensamento de lagoas e alterando significativamente o ambiente original em razão dos impactos cumulativos”.

Segundo Oliveira (2010), o extrativismo mineral se consolidou nos últimos anos, como um importante segmento econômico do estado do Amapá, contribuindo assim, para a balança comercial do estado. O Amapá está inserido no contexto da mineração principalmente pelo produto Manganês, também Bauxita, Brita, mas foi pelo minério Manganês que o Amapá passou a se desenvolver.

3.3. Qualidade microbiológica da água e a balneabilidade.

Toda a atividade humana em algum momento específico faz uso da água seja por contato primário ou secundário. Diante de várias possibilidades de uso da água, o uso dela através do contato primário como a recreação, tem sido parte da cultura humana, com importância nobre e de grande uso social. (LOPES; JESUS, 2017).

Águas balneárias que estejam fora de padrões de qualidade apresentam a possibilidade de transmitir diversas doenças e até causar a morte. Alguns microrganismos presentes na água, são responsáveis pela transmissão, aos banhistas, de doenças de veiculação hídrica tais como: gastroenterite, hepatite A, cólera, febre tifoide, entre outras (BERG; GUERCIO; ULBRICHT 2013).

Segundo a Resolução do CONAMA nº 274/2000 a água para ser de qualidade deve atender padrões de balneabilidade, para determinar se é própria ou imprópria, sendo que as águas consideradas próprias estão subdivididas nas categorias, excelente, muito boa e satisfatória:

- a) Excelente: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no

máximo, 250 coliformes fecais (termotolerantes) ou 200 *Escherichia coli* ou 25 enterococos por 100 mililitros;

- b) Muito Boa: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 400 *Escherichia coli* ou 50 enterococos por 100 mililitros;
- c) Satisfatória: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo 1.000 coliformes fecais (termotolerantes) ou 800 *Escherichia coli* ou 100 enterococos por 100 mililitros.

Berg; Guercio; Ulbricht (2013) também mostram que do ponto de vista de saúde pública, é importante considerar não apenas a possibilidade da transmissão dessas doenças, mas também, a presença de organismos patogênicos oportunistas, responsáveis por dermatoses e outras doenças, como conjuntivite, otite e doenças das vias respiratórias.

Um dos principais desafios para a avaliação das condições de balneabilidade consiste no estabelecimento de indicadores que possam, efetivamente, apresentar uma boa correlação entre a sua presença no ambiente aquático e a incidência de doenças em banhistas (LOPES et. al, 2013).

3.4. Qualidade físico-química da água e a saúde humana.

O Plano Nacional de Recursos Hídricos - PNRH fala que a água é considerada um bem de domínio público e um recurso natural limitado, dotado de valor econômico. Para tanto, é necessário que esse recurso natural esteja dentro dos padrões de qualidade, e haja um monitoramento dessa qualidade. A observação dos ecossistemas aquáticos é uma das ferramentas que possibilitam a coleta de informações que permitem diagnosticar a qualidade das águas lólicas e lênticas. (BUZELLI, SANTINO, 2013).

Durante a atividade recreacional, o banhista é exposto a fatores de risco de natureza física, química e biológicas que podem afetar diretamente sua saúde. Além dos riscos de natureza física, a atividade recreacional pode expor os banhistas a contaminantes químicos presentes nas águas. Tais elementos, existentes em corpos d'água, podem ser de origem natural ou antrópica, especialmente em casos de lançamentos pontuais e difusos de efluentes industriais, o que justificaria a análise sistemática de elementos específicos nos balneários (LOPES et. al, 2013).

Quando espécies químicas excedem o valor máximo recomendado, provocam alterações, como mudança de coloração e odor característico. Essas modificações aparentes podem levar a rejeição ao consumo da água, além de possibilitarem o surgimento de risco de surtos de doenças veiculadas pelo meio. Para evitar esse cenário, devem-se seguir os padrões de potabilidade normatizados, assegurando a saúde humana e do meio (PINTO et al., 2011).

A água é importante para a manutenção da vida e a sua qualidade e utilização racional são de impacto para a economia e preservação da saúde da coletividade. A água para o consumo humano e aquela cujos parâmetros microbiológicos, físico-químicos e radioativos atendem aos padrões de potabilidade e não oferecem risco a saúde da população (IAL, 2008).

Na tabela 1, estão apresentados os valores tolerados pela Portaria N° 2.914, DE 12 de Dezembro de 2011 do Ministério da Saúde para Padrão de potabilidade de água.

Tabela 1 - Parâmetros Físico-químicos de potabilidade da água.

Parâmetros Físico-químicos (Portaria N° 2.914/2011)		
Parâmetros	Unidade	VMP*
Alumínio	mg/L	0,200
Amônia (como NH₃)	mg/L	1,50
Cloreto	mg/L	250
Cor Aparente	uH**	15
Dureza Mg	mg/L	500
Dureza Ca		
Ferro	mg/L	0,30
Fósforo	mg/L	0,30
Fluoreto	mg/L	1,5
Manganês	mg/L	0,100
Nitrato (como N)	mg/L	10,0
pH	pH	6 a 9,5
Sólido Suspenso		
Sulfato	mg/L	250
Turbidez	uT***	5,00

Adaptado de Ministério da Saúde, 2012.

* Valor Máximo Permitido.

** Unidade Hazen (mgPt-Co/L).

*** Unidade de turbidez.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no Município de Serra do Navio, localizado à 204km da capital Macapá, mais precisamente na Mina T6, chamada de Lagoa Azul, que fica há 4,17km de Serra do Navio. (Coordenadas geográficas: 0°52'57"N, 51°58'47"O)

As amostras de água foram coletadas em recipiente plástico de 1000 mL, e posteriormente depositadas em saco de coleta (Thio Bag), acondicionadas em caixas térmicas e transportadas até o Laboratório de Saneamento Químico da Universidade Federal do Amapá – UNIFAP. Onde foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas.

4.1. Análises Físico-químicas.

As análises foram realizadas por espectrofotometria e métodos convencionais padrão de acordo com metodologias de análise de água do Instituto Adolfo Lutz (2008).

4.1.1. Amônia (como NH₃)

Este método utiliza o reagente de Nessler que reage, quando adicionado a uma solução diluída de amônia, formando um composto de cor amarelada, o qual pode flocular após certo tempo. A determinação espectrofotométrica deve ser efetuada antes que isto ocorra. (IAL, 2008).

4.1.2. Cloreto

Íons cloreto podem ser encontrados em águas provenientes de depósitos minerais e de fontes poluídas, tais como esgotos e resíduos industriais (IAL, 2008).

4.1.3. Cor Aparente

A presença de cor na água pode ser devida ao seu conteúdo de íons metálicos (geralmente ferro e manganês), plâncton, resíduo industrial, húmus e outros materiais orgânicos e poderá ser expressa como “aparente” ou como “verdadeira”. A aparente e originaria dos materiais dissolvidos e em suspensão (IAL, 2008).

4.1.4. Determinação de Dureza Total

A dureza total é definida como a soma das concentrações de cálcio e magnésio, ambas expressas como carbonato de cálcio, em miligramas por litro. O ácido etilenodiaminotetracético e seus sais sódicos (EDTA) formam complexos quelados solúveis com certos cátions metálicos (IAL, 2008).

4.1.5. Determinação de metais totais por espectrometria Ultravioleta/Visível (UV/VIS).

Este método é aplicável a determinação de metais totais (prata, alumínio, bário, cálcio, cobre, cromo, ferro, potássio, magnésio, manganês, sódio, fósforo e zinco) em água para consumo humano (IAL, 2008). Foi utilizado o Espectrofotômetro Hach Uv/Vis modelo Dr6000.

4.1.6. Fluoreto

O íon fluoreto em águas pode ocorrer naturalmente ou proveniente do processo de fluoretação, o qual consiste na adição controlada de compostos de flúor na água de abastecimento público. Quando presente em concentrações adequadas, o flúor produz efeitos benéficos, promovendo a redução da incidência de caries dentais, porém pode originar a fluorose quando em concentrações acima das recomendadas (IAL, 2008).

4.1.7. Nitrato (como N)

O íon nitrato geralmente ocorre em pequenas quantidades nas águas superficiais, mas atinge elevadas concentrações em algumas águas subterrâneas. Este método baseia-se na leitura direta da absorbância da amostra de água, com adição de ácido clorídrico 1,0 M, para Águas de abastecimento e mineral (IAL, 2008).

4.1.8. pH

Os processos que avaliam o pH são colorimétricos ou eletrométricos. Nos processos eletrométricos empregam-se aparelhos que são potenciômetros especialmente adaptados e permitem uma determinação direta, simples e precisa do pH (IAL, 2008).

4.1.9. Sólido Suspenso

Sólidos totais são matérias suspensas ou dissolvidas presentes numa amostra de água. Este termo é aplicado ao resíduo de material deixado no recipiente após a evaporação de uma amostra e sua subsequente secagem completa a uma temperatura definida. Os sólidos totais são determinados pela verificação da massa do resíduo de uma amostra de água, após evaporação e secagem até peso constante, a (103-105) °C (IAL, 2008).

4.1.10. Sulfato

Os sulfatos são íons mais abundantes em águas naturais, podendo ser de origem geológica, resultado de contaminação por águas residuais, fertilizantes, intrusão salina, chuva ácida resultante da presença de óxidos de enxofre, tratamento de água (DSP, 2010).

Estudos realizados não identificaram um nível de sulfato na água para consumo que cause efeitos adversos à saúde humana. Porém, a ingestão de sulfato com concentrações de 1000-1200mg/L, pode provocar um efeito laxante. No entanto, é possível haver queixas decorrentes de sabor, em concentrações acima de 500 mg/L (DSP, 2010).

4.1.11. Turbidez

A turbidez e a expressão usada para descrever a propriedade óptica referente ao espalhamento e a absorção da luz quando esta passa através de uma amostra. Esta propriedade é uma característica decorrente da presença de materiais suspensos, tais como areia, poeira, matéria orgânica e inorgânica, plâncton e organismos microscópicos (IAL, 2008).

4.2. Análise Microbiológica.

As análises microbiológicas foram realizadas pelo teste Colilert responsável pela detecção e quantificação dos Coliformes Totais e *Escherichia coli*.

Segundo Resolução CONAMA nº 274/2000, são:

- a) coliformes fecais (termotolerantes): bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes totais caracterizadas pela presença da enzima β -galactosidase e pela capacidade de fermentar a lactose com produção de gás em 24 horas à temperatura de 44-45°C em meios contendo sais biliares ou outros agentes tenso-ativos com propriedades inibidoras semelhantes. Além de presentes em fezes humanas e de animais podem, também, ser encontradas em solos, plantas ou quaisquer efluentes contendo matéria orgânica;
- b) *Escherichia coli*: bactéria pertencente à família *Enterobacteriaceae*, fermenta lactose e manitol com produção de ácido e gás e produz indol a partir do aminoácido triptofano. A *Escherichia coli* é abundante em fezes humanas e de animais, tendo, somente, sido encontrada em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente;

Abaixo, Tabela 2, estão apresentados os valores tolerados pela Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000, para critérios de balneabilidade em águas brasileiras.

Tabela 2 - Parâmetros microbiológicos de balneabilidade de água.

Parâmetros	Unidade	VMP*
Coliformes Totais	CT/100 mL	1.000/ 100 mL
<i>Escherichia Coli</i>	<i>E.Coli</i> /100 mL	800/ 100 mL

Adaptado de CONAMA 274/2000.

* Valor Máximo Permitido.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados para análises físico-químicas foram comparados com as legislações vigentes, segundo parâmetros definidos pela Portaria Nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde e literaturas de análise de qualidade de águas de lagoas, devido à escassez de pesquisas relacionadas à qualidade da água em lagoas do município e semelhantes.

Na tabela 3 estão expressos os resultados encontrados para análises de amônia, cloreto e cor aparente.

Tabela 3 - Resultados análises: Amônia; Cloreto; Cor Aparente.

Parâmetros	Resultados encontrados	Unidade
Amônia (como NH₃)	0,15	mg/L
Cloreto	1,30	mg/L
Cor Aparente	3,0	uH*

* Unidade Hazen (mgPt-Co/L).

Segundo Portaria Nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde o nível de amônia considerado dentro dos valores máximos aceitáveis é de 1,5 mg/L, o resultado encontrado na análise foi de 0,15 mg/L. O nível de cloreto considerado dentro dos valores máximos aceitáveis é de 250 mg/L, o resultado na análise realizada foi de 1,3 mg/L, estando abaixo do VMP. A cor aparente presente na água possui o valor máximo aceitável de 15 uH (Unidade Hazen), o resultado na análise realizada foi de 3 uH. Os resultados encontrados foram abaixo do valor máximo permitido (VMP) estando dentro dos padrões.

Na tabela 4 estão expressos os resultados encontrados para análises de dureza total, metais totais e fósforo.

Tabela 4 - Resultados análises: Dureza total; Metais totais e Fósforo.

	Parâmetros	Resultados encontrados	Unidade
Dureza Total	Magnésio (Mg)	0,77	mg/L
	Cálcio (Ca)	0,34	mg/L
Metais Totais	Alumínio	0,15	mg/L
	Ferro	0,06	mg/L
	Manganês	1,75	mg/L
	Fósforo	0,46	mg/L

Segundo Portaria N° 2.914/2011 do Ministério da Saúde a dureza total presente na água possui o valor máximo aceitável de 500 mg/L, os resultados encontrados na análise foram de 0,77 mg/L para Magnésio e 0,34 mg/L para cálcio, estando abaixo do VMP, estando dentro dos padrões.

Para metais totais os resultados encontrados foram de 0,155 mg/L para alumínio e 1,748 mg/L para manganês, estando acima do máximo permitido pela Portaria N° 2.914/2011 do Ministério da Saúde, que é 0,1 mg/L para manganês. Resultados estes, semelhantes aos encontrados por Silva et. al (2017) que analisaram os metais traços das Lagoas I e II do município de Serra do Navio – AP em 2017, onde foram encontrados valores para as análises de manganês de 5,50 mg/L para a Lagoa I e 1,050 mg/L para a Lagoa II. Para fósforo o resultado encontrado foi de 0,46 mg/L, estando acima do máximo aceitável que é de 0,3 mg/L.

Na tabela 5 estão expressos os resultados encontrados para análises de fluoreto, nitrato, pH.

Tabela 5 - Resultados análises: Fluoreto; Nitrato e pH.

	Parâmetros	Resultados encontrados	Unidade
Fluoreto		0,24	mg/L
Nitrato (como N)		0,50	mg/L
pH		6,1	pH

Segundo Portaria N° 2.914/2011 do Ministério da Saúde o nível de fluoreto considerado dentro dos valores máximos aceitáveis é de 1,5 mg/L, o resultado da análise realizada foi de 0,24 mg/L. O nível de nitrato considerado dentro dos valores máximos

aceitáveis é de 10 mg/L, o resultado da análise realizada foi de 0,50 mg/L. O valor de pH considerado dentro dos valores máximos aceitáveis é de 6 a 9,5 pH, o resultado da análise realizada foi de 6,1. Os resultados encontrados foram abaixo do valor máximo permitido (VMP) estando dentro dos padrões.

Na tabela 6 estão expressos os resultados encontrados para análises de sólidos suspensos, sulfato e turbidez.

Tabela 6 - Resultado análises: Sólidos suspensos; Sulfato; Turbidez.

Parâmetros	Resultados encontrados	Unidade
Sólidos Suspensos	2	Mg/L
Sulfato	114	mg/L
Turbidez	1,86	uT*

* Unidade de turbidez.

Segundo Portaria N° 2.914/2011 do Ministério da Saúde os valores para sólidos suspensos considerado dentro dos valores máximos aceitáveis é de 1000 mg/L, o resultado encontrado na análise foi de 2 mg/L, estando abaixo do VMP. O nível de sulfato considerado dentro dos valores máximos aceitáveis é de 250 mg/L, o resultado encontrado na análise foi de 114 mg/L, estando abaixo do VMP. A turbidez considerada aceitável é de 5 uT, o resultado encontrado na análise foi de 1,86 uT. Os resultados encontrados foram abaixo do valor máximo permitido (VMP) estando dentro dos padrões.

As concentrações dos metais encontrados nas amostras de água da lagoa T6 (Lagoa Azul) estão dentro dos parâmetros exigido pela Portaria N° 2.914/2011 do Ministério da Saúde com exceção do Fósforo(P) e do Manganês (Mn), que apresentaram concentrações acima dos valores de referência.

Considerado um sal mineral de extrema importância ao metabolismo humano, o manganês pode ser perigoso se ingerido em quantidade diária superior a 3mg, porção adquirida pela ingestão de alimentos como oleaginosas (vegetais que possuem óleos e gorduras, amendoim, castanhas, amêndoas, milho, girassol etc.), comumente leva a um quadro de intoxicação conhecido por manganismo. Sabe-se hoje que o distúrbio provoca permanentemente tremores, dificuldades de coordenação motora e problemas de memória (CARNAÚBA, 2016).

Segundo Carnaúba (2016), o manganês proveniente do sulfato de manganês e do cloreto de manganês, presentes no solo, reage com a água formando um complexo

($1Mn6H20$), que penetra facilmente no organismo humano, pois os íons de manganês ficam relativamente livres entre as moléculas de água. “Dissolvido, o metal atravessa a massa cefálica, acumulando-se gradativamente no cérebro, levando à neurotoxicidade”

Deste modo, conforme os parâmetros analisados, a água da lagoa tem restrições apenas quanto a sua potabilidade, ficando seu uso inviável para consumo humano.

5.1. Análise Microbiológica.

Abaixo, Tabela 7, estão os resultados encontrados para as análises de Coliformes Totais e *Escherichia Coli*.

Tabela 7 - Resultado para Coliformes Totais e *Escherichia Coli*.

Parâmetros	Resultados encontrados	Unidade
Coliformes Totais	325,1	NMP*
<i>Escherichia Coli</i>	0	NMP*

*Número Mais Provável

Os resultados para análise foram de 325,1 número mais provável (NMP) de colônias para coliformes totais e, 0 para *Escherichia Coli*, mostrando que, a amostra coletada está dentro do padrão estabelecido pela RESOLUÇÃO CONAMA nº 274/2000, que considera a balneabilidade da água como muito boa quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras houver, no máximo, 500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 400 *Escherichia coli* por 100 mililitros.

Sendo assim, conforme os parâmetros analisados, a água da Mina T6 (Lagoa Azul), não tem restrições quanto a sua balneabilidade, estando própria para uso recreativo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados das análises físico-químicos e microbiológicas realizadas na água da mina T6 (Lagoa Azul), em Serra do Navio, mostraram que conforme a Resolução do CONAMA nº 274/2000, que define os padrões de balneabilidade de uso primário e que assegurem a saúde humana, a água da Lagoa Azul está própria para banho, considerada Muito Boa, pela resolução. As Análises microbiológicas das amostras de água da lagoa estão em conformidade com as normas estabelecidas pela resolução vigente, indicando que a lagoa se apresenta em condições de uso, não trazendo nenhum dano à saúde humana, podendo ser usado de forma recreativa pela população, e possibilitando ao município o uso da mesma como fonte de renda devido ao seu enorme potencial turístico.

REFERÊNCIAS

BERG, C. H; GUERCIO, M. J; ULBRICHT, V. R. Indicadores de Balneabilidade: a situação brasileira e as recomendações da World Health Organization. *Int. J. Knowl. Eng. Manag*, Florianópolis, v. 2, n. 3, p. 83-101, jul./out, 2013.

Blog Diário do Amapá. **Amapá tem a LAGOA AZUL**. 3 de agosto de 2016. Disponível em: <https://www.diariodoamapa.com.br/cadernos/turismo/amapa-tem-a-lagoa-azul/>

BUZELLI, G. M; SANTINO, M. B.C. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**: v. 8, n.1, 2013.

CARNAÚBA, Valquíria. Toxicologia: Manganês: Um Risco Invisível. **Revista Entreteses nº 6** – Junho/2016 – São Paulo. Disponível em: www.unifesp.br/entreteses

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Balneabilidade e Saúde O que é Balneabilidade?** Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/praias/balneabilidadeesaude/> Acesso em: 26/02/2020.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 1, de 23 de janeiro de 1986**, Brasília, DF.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000**, Brasília, DF.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**, Brasília, DF.

Departamento de Saúde Pública (DSP). **Água Destinada ao Consumo Humano: Riscos Para a Saúde Humana Resultantes da Exposição a Sulfatos. Nota Técnica – Sulfatos**. 2010.

FERREIRA, H. **Aplicação da Metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida na produção de polpa de concentrado de minério de ferro**. Ouro Preto, 2014.

GERMANI, D. J. **A Mineração no Brasil**. Rio de Janeiro, 2012.

Governo do Estado do Amapá. **Conheça o Amapá – Serra do Navio**. Disponível em: <https://www.portal.ap.gov.br/conheca/serra-do-navio>. Acesso em: 26/02/2020.

IBGE. Pesquisa do PIB da Indústria Extrativista, 2017. **Estatísticas Econômicas**, IBGE 2018.

LOPES, F. W. A; JESUS, C. B. Lazer e balneabilidade: uma abordagem histórica sobre o uso recreacional das águas na sociedade. **Caderno de Geografia**, v.27, n.50, 2017.

LOPES, F. W. A; MAGALHÃES JR, A. P; SPERLING, E. V. Balneabilidade em águas doces no Brasil: riscos a saúde, limitações metodológicas e operacionais. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**. Jun/2013.

MECHI, Andréa; SANCHES, Djalma Luiz. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Estud. av.**, São Paulo, v. 24, n. 68, p. 209-220, 2010.

MELO, R. E. M. “Ressurgência da mineração e desigualdades socioespaciais na Zona Metalúrgica de Minas Gerais” em Ralfo Matos e Weber Soares (org.) **Desigualdades, redes e espacialidades emergentes no Brasil**. Rio de Janeiro: **Garamond Universitária**, 2010.

Ministério da Saúde. **Portaria N° 2.914, de 12 de dezembro de 2011**.

OLIVEIRA, Marcelo José. **Mineração e desenvolvimento local: Benefícios e desafios aos municípios Amapaenses**. Belém, 2010.

PINTO, F. R.; BARBOSA, M. M. C.; NUNES, A. P.; LOPES, L. G.; AMARAL, L. A.; TORRES, H. L. H. Presença de Metais em Água de Fontes de Abastecimento durante Época de Chuvas. In: **CONGRESSO MUNDIAL DE ÁGUA, XIV.**, Anais eletrônicos. Porto de Galinhas, 2011

RIBEIRO, M; SOUTO, C.B. A dinamização a partir do turismo: O caso das Minas do Camaquã, Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. **VI Congresso Latinoamericano de Investigación Turística**. Neuquén, 25, 26 y 27 de Septiembre de 2014.

SILVA, F.D.; SILVA, C.; FILHO, E.; BRITO, D.C. Determinação de Metais Traços em amostras de água nas Lagoas do município de Serra do Navio–Ap. **57º Congresso Brasileiro de Química**, 2017.

TOSTES, J. A. A Cidade Moderna Adaptada na Selva Amazônica. **I SAMA – Seminário de Arquitetura Moderna na Amazônia**, 2016.

TOSTES, J. A. et al. Serra do Navio: o mito da cidade no meio da selva. **IV Encontro Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade** 4 a 6 de junho de 2008. Brasília - Distrito Federal - Brasil, 2008

TUNDISI, J. G. Água no século XXI: enfrentando a escassez. São Carlos: **Rima**, 2003. 247p.

VALARELLI, J. V. O Minério de Manganês de Serra do Navio – Amapá – Brasil. **Tese (Doutorado em Geologia Geral e de Aplicação)** – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1967.