



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS DE PALMAS-TO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE
MESTRADO PROFISSIONAL**

MARIA SIMONE LOPES DA SILVA ANDRADE

**QUALIDADE DA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO DO TOCANTINS A
PARTIR DAS ANÁLISES DO LABORATÓRIO CENTRAL DE SAÚDE
PÚBLICA**

Palmas/TO
2024

MARIA SIMONE LOPES DA SILVA ANDRADE

**QUALIDADE DA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO DO TOCANTINS A
PARTIR DAS ANÁLISES REALIZADAS NO LABORATORIO
CENTRAL DE SAÚDE PÚBLICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde. Foi avaliada para obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde e aprovada em sua forma final pelo orientador e pela Banca Examinadora.

Orientadora: Dra. Poliana Guerino Marson.

Palmas/TO
2024

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

A553q Andrade, Maria Simone Lopes da Silva.

Qualidade da água de consumo humano do Tocantins a partir das análises do Laboratório Central de Saúde Pública: Qualidade da água para consumo humano do Tocantins. / Maria Simone Lopes da Silva Andrade. – Palmas, TO, 2024.

66 f.

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Ciências da Saúde, 2024.

Orientador: Poliana Guerino Marson

1. Contexto histórico da qualidade da água de consumo humano no Brasil.
2. Portarias brasileiras de potabilidade da água. 3. Resultados das análises de turbidez da água para consumo humano nas regiões de saúde do Tocantins.
4. Resultados das análises microbiológicas da água para consumo humano nas regiões de saúde do Tocantins. I. Título

CDD 610

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

MARIA SIMONE LOPES DA SILVA ANDRADE

QUALIDADE DA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO DO TOCANTINS A PARTIR DAS ANÁLISES REALIZADAS NO LABORATORIO CENTRAL DE SAÚDE PÚBLICA.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde. Foi avaliada para obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde e aprovada em sua forma final pela orientadora e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: ____ / ____ / ____

Banca Examinadora

Prof. Dra. Poliana Guerino Marson, Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dra. Camila Fonseca Bezerra, Universidade Regional do Cariri - URCA

Prof. Dra. Danielle Rosa Evangelista, Universidade Federal do Tocantins

Palmas, 2024

Dedico este trabalho a Deus, meu criador e fonte de inspiração, cuja graça tornou possível a realização deste sonho. À minha família, em particular à minha vizinha, Rocilda Lopes Macedo, exemplo de fé, amor e dedicação.

*Mas os que esperam no Senhor renovarão as
forças, subirão com asas como águias;
correrão, e não se cansarão; caminharão, e
não se fatigarão
(Isaías 40.31)*

AGRADECIMENTOS

Sou profundamente grata a Deus pelo seu amor e cuidado, especialmente pelas inúmeras oportunidades que tem me proporcionado. Sinto-me privilegiada por ser escolhida para uma importante missão, que demanda constante aprendizado e dedicação. Por isso, louvo a Ele, pois reconheço que tudo é para sua glória.

Estendo meus mais sinceros agradecimentos aos meus pais, cujo incansável esforço e dedicação têm sido os alicerces fundamentais para enfrentar os desafios e trilhar o caminho correto. À minha amada família, esposo e filhos, expresso minha gratidão por compreenderem minhas ausências e por estarem sempre presentes com suas orações e apoio, auxiliando-me a superar os obstáculos ao longo desta jornada de mestrado.

À minha orientadora, Dra. Poliana Guerino Marson, que com muita paciência e conhecimento me ajudou na realização deste trabalho. Aos meus amigos e amigas que incentivaram a e sempre me apoiaram para realização dos meus sonhos e ao meu colega Lucas Fiorino que foi muito solícito nas minhas indagações.

RESUMO

A qualidade da água para consumo humano é uma preocupação global, sendo considerada um dos principais meios de veiculação de doenças causadoras de inúmeras mortes em todo mundo. No Brasil, foi criado o Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIAGUA) para garantir à população uma água segura, livre de contaminação. Esse Programa foi implantado em todos os municípios do estado do Tocantins, sendo o Laboratório Central de Saúde Pública do Tocantins (LACEN-TO) o responsável pelas análises das amostras de águas, exceto do município de Palmas, que realiza suas análises em laboratório próprio. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo avaliar a qualidade da água para consumo humano do Tocantins a partir das análises realizadas pelo LACEN-TO durante os períodos de 2020 a 2023. Trata-se de um estudo com abordagem metodológica histórico-documental, descritivo e retrospectivo, realizado por meio do levantamento de dados no sistema Gerenciador de Análise Laboratorial (GAL). Este estudo priorizou as análises dos resultados das amostras de água provenientes do Sistema Abastecimento de Água (SAA) coletadas na zona urbana, onde foi calculado o percentual de não conformidade dos parâmetros de potabilidade: turbidez, coliformes totais e *Escherichia coli*. Os resultados mostraram que os municípios do Estado não conseguiram cumprir integralmente com as metas programadas durante os anos estudados, pois enfrentaram dificuldades decorrente da pandemia da COVID-19. Além disso, algumas regiões de saúde apresentaram municípios infrequentes e "silenciosos", sem realizar o monitoramento da qualidade da água no seu território. Quanto os resultados das amostras do SAA, coletadas na zona urbana do Estado, 1,40% foram consideradas impróprias para o consumo apresentando turbidez acima do valor estabelecido pela legislação. A região de saúde Capim Dourado apresentou o menor percentual de amostras insatisfatórias (0,81%) e Cerrado do Tocantins o percentual mais alto (1,73%). A região de saúde Amor Perfeito teve o maior percentual de amostras positivas para presença de coliformes totais (20,04%), seguida por Cantão com 19,93%. Por outro lado, Médio Norte Araguaia apresentou o menor percentual, 11,06%. Considerando o índice bacteriológico, 84,27% das amostras de água do Tocantins atenderam aos padrões microbiológicos de potabilidade. Além disso, o estudo revelou que 2,9% das amostras do SAA urbano estavam contaminadas por *Escherichia coli*, tornando-as impróprias para o consumo. Cantão foi a região de saúde do Estado com o maior percentual de contaminação por *Escherichia coli* (4,51%), enquanto a região Médio Norte Araguaia teve o menor percentual (1,82%). Esses resultados destacam a fragilidade no SAA urbano, a importância contínua da vigilância da qualidade da água e a necessidade de ações estratégicas para garantir a saúde pública no Estado.

Palavras-Chaves: Qualidade da água. Vigilância. Saúde Pública. Sistema de Abastecimento de Água. *Escherichia coli*.

ABSTRACT

The quality of water for human consumption is a global concern, and is considered one of the main means of transmitting diseases that cause countless deaths worldwide. In Brazil, the National Program for Monitoring the Quality of Water for Human Consumption (VIGIAGUA) was created to guarantee the population safe water, free from contamination. This Program was implemented in all municipalities in the state of Tocantins, with the Central Public Health Laboratory of Tocantins (LACEN-TO) being responsible for analyzing water samples, except for the municipality of Palmas, which performs its own analyses. In this context, this study aimed to evaluate the quality of water for human consumption in Tocantins based on the analyses carried out by LACEN-TO during the periods from 2020 to 2023. This is a study with a historical-documentary, descriptive and retrospective methodological approach, carried out through data collection in the Laboratory Analysis Management (GAL) system. This study prioritized the analysis of the results of water samples from the Water Supply System (SAA) collected in urban areas, where the percentage of non-compliance with the potability parameters: turbidity, total coliforms and *Escherichia coli* was calculated. The results showed that the municipalities of the State were unable to fully comply with the programmed goals during the years studied, as they faced difficulties due to the COVID-19 pandemic. In addition, some health regions presented infrequent and "silent" municipalities, without monitoring the water quality in their territory. Regarding the results of the SAA samples, collected in the urban area of the State, 1.40% were considered unfit for consumption, presenting turbidity above the value established by legislation. The Capim Dourado health region presented the lowest percentage of unsatisfactory samples (0.81%) and Cerrado do Tocantins the highest percentage (1.73%). The Amor Perfeito health region had the highest percentage of positive samples for the presence of total coliforms (20.04%), followed by Cantão with 19.93%. On the other hand, Médio Norte Araguaia had the lowest percentage, 11.06%. Considering the bacteriological index, 84.27% of the water samples from Tocantins met the microbiological standards for potability. In addition, the study revealed that 2.9% of the samples from the urban SAA were contaminated by *Escherichia coli*, making them unfit for consumption. Cantão was the health region in the state with the highest percentage of contamination by *Escherichia coli* (4.51%), while the Médio Norte Araguaia region had the lowest percentage (1.82%). These results highlight the fragility of the urban SAA, the continued importance of water quality monitoring, and the need for strategic actions to ensure public health in the state.

Key-words: Keywords: Water quality, surveillance, public health. *Escherichia coli*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Mapa de localização do Estado do Tocantins e das Macrorregiões e Regiões de Saúde do Estado.....	21
Figura 2- Histórico das normas brasileiras de potabilidade da água para consumo humano.....	25
Figura 3- Número mínimo mensal de amostras analisadas para os parâmetros cloro residual livre, turbidez, coliformes totais/ <i>Escherichia coli</i> , segundo faixa populacional do município.....	28
Figura 4- Exemplo de patógenos e substâncias químicas possíveis de causar doenças por meio da Veiculação Hídrica.....	33
Figura 5- Estruturação de regionalização de água e esgoto do Tocantins, para prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.....	36
Figura 6- Fluxo da amostra do Programa VIGIÁGUA analisada pelo LACEN-TO	38
Figura 7- Perfil comparativo do percentual de Cumprimento do Plano de Amostragem Básico das Regiões de Saúde do Tocantins, 2020 -2023	40
Figura 8- Variação dos Resultados de Análises de Turbidez em Amostras de Água para Consumo Humano nas Regiões de Saúde do Tocantins ao Longo dos Meses de 2020 a 2023.....	47
Gráfico 1- Quantitativo de amostras de água para consumo humano por parâmetros de potabilidade analisadas pelo LACEN-TO, 2020-2023.....	39
Gráfico 2- Percentual de Frequência de Monitoramento da Qualidade da Água nas Regiões de Saúde do Estado do Tocantins: Amostras do SAA Urbano para Análise do Parâmetro de Turbidez (2020-2023).....	43
Gráfico 3- Percentual de Frequência de Monitoramento da Qualidade da Água nas Regiões de Saúde do Estado do Tocantins: Amostras do SAA Urbano para Análise do Parâmetro de Coliformes totais e <i>E.coli</i> (2020-2023).....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Cobertura de Abastecimento de Água para Consumo Humano das Regiões de Saúde do Estado do Tocantins conforme Relatório de Abastecimento do SISAGUA, 2024.....	36
Tabela 02- Quantitativo de municípios silenciosos e percentual regional de municípios silenciosos quanto ao envio de amostras de água para consumo humano coletadas no SAA urbano, para o LACEN-TO para análise dos parâmetros turbidez e coliformes totais/ <i>E.coli</i> , no período de 2020 a 2023.....	44
Tabela 3- Percentual de amostras do Sistema de Abastecimento (SAA), área urbana, num intervalo de confiança de 95%, das Regiões de Saúde do Tocantins, que apresentaram resultado insatisfatório para o parâmetro turbidez, analisadas pelo LACEN-TO no período 2020 – 2023.....	46
Tabela 4- Percentual de amostras do Sistema de Abastecimento (SAA), área urbana, num intervalo de confiança de 95%, das Regiões de Saúde do Tocantins que apresentaram resultado positivos para o parâmetro coliformes totais e <i>Escherichia coli</i> , analisadas pelo LACEN-TO no período 2020 – 2023.....	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
COVID -19	<i>Coronavirus Disease 2019</i> (Doença do Coronavírus 2019)
ETA	Estação de Tratamento de Água
GAL	Gerenciador de Análise Laboratorial
GM	Gabinete do Ministro
LACEN	Laboratório Central de Saúde pública
LACEN-TO	Laboratório Central de Saúde pública do Tocantins
MS	Ministério da Saúde
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PES	Plano Estadual de Saúde
PPGCS	Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SAC	Solução Alternativa Coletiva
SAI	Solução Alternativa Individual
SARS-CoV-2	<i>Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2</i> (Coronavírus tipo 2 causador da Síndrome Respiratória Aguda Grave)
SESs	Secretarias Estaduais de Saúde
SISAGUA	Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano
SUS	Sistema Único de Saúde
SVS	Secretaria de Vigilância em Saúde
UFT	Universidade Federal do Tocantins
UNT	Unidades Nefelométricas de Turbidez
VIGIAGUA	Programa Nacional de Monitoramento da Qualidade da Água para Consumo Humano
VMP	Valores Máximos Permitidos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	Problema de pesquisa.....	16
1.1.1	Hipótese.....	17
1.1.2	Escopo da pesquisa.....	17
1.1.3	Justificativa.....	17
2	OBJETIVO.....	19
2.1	Objetivo geral	19
2.2	Objetivos específicos	19
3	METODOLOGIA.....	22
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
4.1	Contexto histórico da qualidade da água	23
4.2	Normativas brasileiras sobre potabilidade da água para consumo humano.....	25
4.3	Laboratórios Centrais de Saúde Pública (LACEN) e Sistema Gerenciador de Ambiente Laboratorial (GAL).....	29
4.4	Vigilância laboratorial e Doenças de Veiculação Hídrica	32
5	RESULTADOS.....	35
5.1	Monitoramento da Qualidade da Água no Tocantins.....	35
5.2	Número de amostras analisadas pelo LACEN-TO.....	38
5.3	Cumprimento do Plano de Amostragem Básico.....	39
5.4	Frequência de monitoramento do Sistema de Abastecimento de Água (SAA) urbano.....	42
5.5	Análise dos Resultados Parâmetros de Potabilidade da Qualidade da Água encontrados pelo LACEN-TO.....	45
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
7	PRODUÇÃO TÉCNICA.....	52
8	REFERÊNCIAS.....	53
9	ANEXOS.....	60
10	APÊNDICES.....	64

1 INTRODUÇÃO

A água é o líquido essencial para a manutenção da vida, inclusive do homem. No entanto, a contaminação da água para consumo humano tem sido um desafio mundial e representa uma séria ameaça à saúde da população, por ser principal meio de veiculação de doenças causadora de inúmeros mortes em todo o mundo (Brasil, 2018).

O crescimento populacional, combinado com a maior exploração dos recursos naturais, tem comprometido a qualidade da água, principalmente devido à poluição causada por efluentes domésticos, industriais e agrícolas. Isso intensifica o risco de contaminação dos corpos hídricos, exigindo políticas de gestão ambiental mais rigorosas para preservar a qualidade da água e proteger a saúde pública.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), a água potável pode ser poluída na fonte, linha de distribuição e/ou em nível domiciliar, e essa água contaminada pode ser veículo de diversos patógenos, o que pode causar surtos de doenças e epidemias. Na estimativa da OMS, a água contaminada é responsável por 80% de todas as doenças e enfermidades em todo o mundo, de forma direta ou indiretamente. Mundialmente, cerca de 785 milhões de pessoas usam fontes de água não melhoradas; cerca de 144 milhões das pessoas dependem da água de superfície para beber, e mais de 2 bilhões de pessoas usam água potável contaminada com fezes (WHO, 2019).

Nova e Tenório (2019) mencionam que as doenças de veiculação hídrica podem ser adquiridas pela ingestão de água contaminada com patógenos (bactérias, vírus, fungos, protozoários e helmintos), resultando frequentemente em diarreia. De acordo com a OMS, as doenças diarreicas representam a segunda maior causa de óbito entre crianças menores de cinco anos no mundo e as principais causas de morbimortalidade infantil (em crianças menores de um ano) e se constituem um dos mais graves problemas de saúde pública global (Brasil, 2022a).

A Lei nº 9.433/1997 (Brasil, 1997), que estabeleceu a Política Nacional de Recursos Hídricos, reconhece a água como um bem público e essencial, com valor econômico, mas prioriza seu uso para consumo humano e animal, especialmente em situações de escassez. Essa lei promove uma gestão sustentável e descentralizada dos recursos hídricos, garantindo múltiplos usos, como abastecimento, energia e irrigação, com a participação ativa dos usuários, da sociedade civil e do governo. Entretanto, para que esses princípios se tornem efetivos, é fundamental que a proteção da qualidade da água seja intensificada, mitigando os riscos de contaminação e, conseqüentemente, reduzindo a incidência de doenças de veiculação hídrica que ameaçam a saúde pública global.

Nessa óptica, Ferreira e colaboradores (2021) afirmam que, a ausência de infraestruturas no Sistema de Abastecimento de Água (SAA) com qualidade adequada é uma consequência que contribui efetivamente para a perpetuação de doenças e epidemias já erradicadas em grande parte do Ocidente. Além disso, pode induzir um cenário de calamidade com aumento exponencial de doenças, especialmente as de veiculação hídrica (Medeiro *et al.*, 2021).

A importância da potabilidade da água foi reconhecida no ano de 2010 pela Organização das Nações Unidas (ONU), ao declarar a água limpa e segura como um direito humano fundamental para se viver e poder exercer todos os demais direitos (United Nations, 2010), e em 2015, na elaboração dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), onde o Objetivo nº 6, que dispõe sobre a garantia da disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento, estabelece a busca pela universalização e equidade do acesso à água segura até o ano de 2030 (ONU-BR, 2015).

No Brasil, o monitoramento da qualidade da água distribuída à população é atribuído ao Sistema Único de Saúde (SUS), realizado por meio do Programa Nacional de Monitoramento da Qualidade da Água para Consumo Humano - VIGIAGUA, com a descentralização das ações às Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde (Mota e Neumann, 2020). Este programa está regulamentado por meio da Portaria GM/MS Nº 888/2021, publicada pelo Ministério da Saúde (MS) no dia 4 de maio de 2021, que define a água para consumo humano como aquela destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem, devendo atender a um padrão de potabilidade.

O VIGIAGUA consiste em um conjunto de ações adotadas para garantir à população o acesso à água em quantidade suficiente e qualidade compatível com os padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação vigente. Um dos instrumentos do VIGIÁGUA é o Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA), disponibilizado para que secretarias de saúde e empresas prestadoras de serviço de abastecimento de água insiram os respectivos dados de monitoramento para o gerenciamento de risco à saúde, planejamento e tomada de decisões (Brasil, 2021).

No Tocantins o VIGIÁGUA foi implantado em 2002 e atualmente está implementado nos 139 municípios do estado, onde atua no controle da qualidade da água em todas e quaisquer formas de abastecimento de água coletivas ou individuais na área urbana e rural, de gestão pública ou privada, incluindo as instalações intradomiciliares (Tocantins, 2021).

De acordo com Art. 21 da Portaria GM/MS nº 888/2021, compete aos Laboratórios de Saúde Pública de referência regional e nacional, a realização das análises laboratoriais das

amostras de água para consumo humano, coletadas pelas vigilâncias municipais, para o monitoramento do controle da qualidade da água efetuado pelos responsáveis pelo abastecimento. O sistema de informação utilizado para gerenciar as atividades desenvolvidas pela rede estadual de laboratórios de saúde pública é o Gerenciador de Análise Laboratorial (GAL), que faz interligação de informações com SISAGUA.

Cabe ressaltar que a Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano oferece orientações técnicas para estabelecer o Plano de Amostragem Básico na vigilância da qualidade da água para os municípios. Este Plano é fundamental para a execução do programa VIGIÁGUA, pois trata-se de um plano de rotina no qual se define parâmetros, quantidade mínima de análises, frequência de monitoramento, além dos critérios para selecionar áreas e pontos prioritários para coleta de amostras (Brasil, 2016).

Diante deste contexto, o presente trabalho apresenta um estudo sobre as análises de água para consumo dos municípios do estado do Tocantins realizadas pelo Laboratório Central de Saúde pública (LACEN-TO), nos anos de 2020 a 2023, por meio do levantamento de informações registradas no sistema GAL, a fim de verificar o cumprimento dos municípios quanto as normativas vigentes e avaliar a qualidade da água fornecida à população tocantinense.

Espera-se que os resultados encontrados contribuam nas tomadas de decisões quanto as melhorias no sistema de vigilância da qualidade da água para consumo humano e qualidade de vida da população.

1.1 Problema de pesquisa

A pesquisa visa abordar questões fundamentais, como: Como os municípios das diversas regiões de saúde do Tocantins se posicionaram em relação ao cumprimento do Plano de Amostragem Básico para controle da água em suas localidades? De que forma o LACEN-TO conduz as análises de monitoramento da qualidade da água de consumo humano nos municípios do Estado? Os parâmetros estabelecidos pela legislação, que foram investigados no período de 2020 a 2023, foram adequadamente atendidos? Qual é a interpretação dos resultados das análises laboratoriais em relação à qualidade da água fornecida pelas regiões de saúde e o que esses resultados representam para a saúde da população?

As respostas a estas perguntas permitirão identificar a qualidade da água distribuída a população e analisar como os municípios estão agindo em relação às suas responsabilidades quanto ao cumprimento da legislação, além de subsidiar o desenvolvimento de ações e

estratégias de vigilância para a promoção da saúde da população e para a conscientização dos responsáveis pelo tratamento e monitoramento da qualidade da água de consumo humano.

1.1.1 Hipótese

As análises laboratoriais das amostras de água para consumo humano do estado do Tocantins demonstram que a qualidade da água distribuída para a população dos municípios nas oito regiões de saúde, nos períodos de 2020 a 2023, atendem aos parâmetros de potabilidade estabelecidos pela legislação.

1.1.2 Delimitação de Escopo

Esta dissertação delimita-se avaliar a qualidade da água destinada ao consumo humano nos municípios do Tocantins abastecidas pelo sistema de abastecimento (SAA), zona urbana, considerando as diferentes regiões de saúde do estado. Para tanto, serão utilizados os dados do sistema GAL para verificação minuciosa quanto ao cumprimento do Plano de Amostragem Básico, frequência de monitoramento da qualidade da água e análise dos resultados dos parâmetros de potabilidade que foram realizadas pelo LACEN-TO em amostras coletadas ao longo do período de janeiro de 2020 a dezembro de 2023.

1.1.3 Justificativa

Considerando que a água é essencial para manutenção da vida e que no Brasil foi estabelecida a Portaria GM/MS Nº 888/2021, a qual exige um monitoramento sistemático relativo ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano, por esta ser considerada um dos principais meios de veiculação de doenças, torna-se fundamental a realização de estudos que avaliam o cumprimento das normas estabelecidas.

Como o estado do Tocantins é uma unidade federativa do Brasil, possui o dever de garantir a sua população o acesso seguro a água potável, ou seja, a água para consumo humano deve estar dentro dos padrões de qualidade pré-estabelecidos pela legislação de forma que garanta saúde e bem-estar à população. No Plano Estadual de Saúde (PES) para 2020-2023, aprovado pela Resolução nº 477/2019 do Conselho Estadual de Saúde, o Estado pactuou a meta de ampliar em 85% as análises realizadas em amostras de água para consumo humano, tendo como base o percentual de 80% em 2019 (Tocantins, 2019). Entretanto, é importante ressaltar

que o cumprimento dessa meta requer dos municípios o cumprimento do Plano de Amostragem Básico e que encaminhem mensalmente as amostras para serem analisadas pelo Laboratório Central de Saúde Pública do Tocantins (LACEN-TO), garantindo o monitoramento contínuo.

Além disso, conforme o SISAGUA (2024), 90,1% da população tocaninense é abastecida pelo Sistema de Abastecimento de Água (SAA), um sistema público que engloba atividades, infraestruturas e instalações para garantir que a água chegue às residências em condições ideais de consumo, por meio de distribuição e tratamento. É importante destacar que a zona urbana concentra o maior número de pessoas atendidas por esse sistema e que de acordo com a Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (2016), essa característica é um dos critérios para a seleção de áreas e pontos prioritários para a coleta das amostras de água.

Nesse sentido, pesquisadores ressaltam a importância de estudos voltados para este setor, sendo considerado um dos eixos do saneamento que está diretamente relacionado ao meio ambiente, a qualidade de vida e saúde da população e, indiretamente, à redução do gasto com saúde pública. Sendo indispensável pensar no saneamento junto ao desenvolvimento da sociedade (Turini, 2021).

Da mesma maneira, o LACEN-TO, que integra o sistema de vigilância Epidemiológica, Ambiental e Sanitária no âmbito do SUS, sendo responsável pelas análises laboratoriais das amostras de água de consumo humano coletadas pelos municípios do Tocantins e que realiza a gestão dessas análises através do sistema GAL, um sistema informatizado que permite gerar consultas e relatórios (específicos e epidemiológicos) que podem subsidiar as tomadas de decisões pelas Vigilâncias nas esferas Nacional, Estadual e Municipal.

Diante desse contexto, é importante realizar um estudo retrospectivo para verificar se os municípios estão cumprindo com o que a legislação determina quanto ao monitoramento do controle da qualidade da água e avaliar os resultados dos parâmetros de potabilidades que foram encontrados pelo LACEN-TO nas análises laboratoriais das amostras de água para consumo humano, quanto a qualidade da água consumida pela população. Além disso, destaca-se a carência de estudos abordando essa temática no estado do Tocantins.

As informações encontradas são essenciais para subsidiar o desenvolvimento de ações/estratégias para melhoria do sistema de monitoramento da qualidade da água para consumo humano distribuída para a população do estado.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a qualidade da água de consumo humano dos municípios das regiões de saúde do estado do Tocantins a partir das análises realizadas pelo Laboratório Central de Saúde Pública do Tocantins nos períodos de 2020 a 2023.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar o percentual de cumprimento do Plano de Amostragem Básico da vigilância da qualidade da água das regiões de saúde do Tocantins
- Levantar a frequência de realização do monitoramento do controle da qualidade da água para consumo humano dos municípios do Estado;
- Conhecer os parâmetros de potabilidade da água para consumo humano analisados pelo LACEN-TO no período de 2020 a 2023, bem como as metodologias aplicadas nas análises.
- Comparar os resultados das análises laboratoriais com os padrões estabelecidos pela legislação afim de verificar o percentual de conformidade e não conformidade para cada parâmetro estudado.
- Conhecer, dentre as regiões de saúde em estudos, aquelas que apresentam maior percentual de amostras com resultados fora/dentro dos padrões de potabilidade.
- Analisar os resultados encontrados quanto a situação de risco à saúde pública e propor medidas de intervenções.

3 METODOLOGIA

3.1 Metodologia da Pesquisa

Esta pesquisa apresenta uma abordagem metodológica histórico documental, de natureza descritiva, longitudinal e retrospectiva, que envolve o levantamento de dados primários para construção de um conhecimento científico. Partindo do pressuposto de que a forma de como acontece o monitoramento e controle da qualidade da água nas regiões de saúde do estado do Tocantins, garante para sua população uma água potável, livre de contaminação.

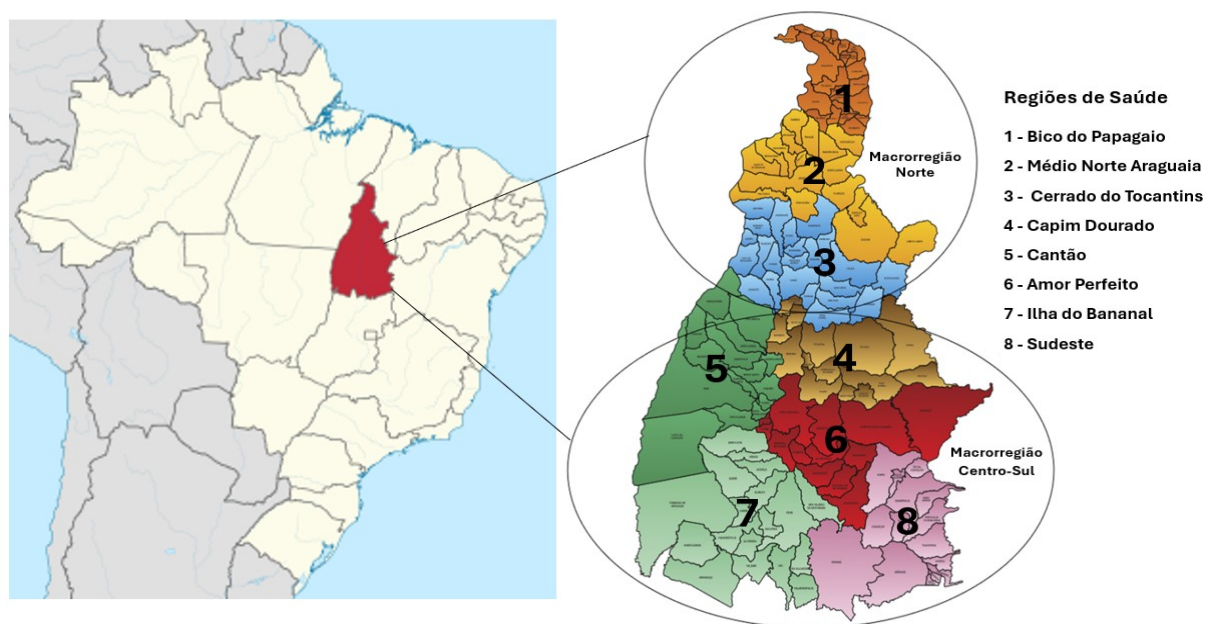
3.1.1 Procedimentos Metodológicos

Este trabalho foi desenvolvido com as oito regiões de saúde do estado do Tocantins, contemplando 138 municípios do estado. Palmas foi o único município que não participou da pesquisa devido as análises das amostras de água para consumo humano do município serem realizadas pelo laboratório próprio.

O Tocantins é o mais jovem estado do Brasil. Criado em 1988, apresenta uma população de 1.511.460 habitantes, unidade territorial de 277.423,627 km² (IBGE, 2022). Mediante a organização do SUS, o Estado está dividido em 02 Macrorregiões de Saúde, sendo denominadas Macrorregião Norte e Macrorregião Centro-Sul aprovada pela Resolução CIB/TO Nº. 143, de 19 de julho de 2018 (Figura 1) e 8 Regiões de Saúde. A Macrorregião Norte possui 3 Regiões de Saúde: Bico do Papagaio (24 municípios), Médio Norte Araguaia (17 municípios) e Cerrado Tocantins Araguaia (23 municípios); A Macrorregião Centro-Sul possui 5 regiões de saúde: Capim Dourado (14 municípios), Ilha do Bananal (18 municípios), Cantão (15 municípios), Amor Perfeito (13 municípios) e Sudeste (15 municípios) (Tocantins, 2022).

A regionalização é uma importante estratégia para descentralização das ações e dos serviços de saúde desde a gestão até a execução e, no estado do Tocantins, ela teve início em 2002 com a elaboração do Plano Diretor da Regionalização. Por meio desse modelo de organização há uma perspectiva de melhora na capacidade dos municípios e do fortalecimento deles, para que, de forma regionalizada, eles sejam capazes de atender às demandas de saúde da população, tendo como direcionamento o princípio da universalidade, da equidade e da integralidade do atendimento (Coutinho e Santos, 2023).

Figura 1- Mapa de localização do Estado do Tocantins e das Macrorregiões e Regiões de Saúde do Estado.



Fonte: Adaptado pela Autora de Tocantins, 2018.

Para atingir os objetivos propostos, foi realizado coleta de dados no sistema GAL do LACEN-TO referente ao cadastro das amostras de água de consumo humano, bem como dos parâmetros de potabilidades que foram analisadas aos longos dos anos estudados e seus respectivos resultados. Essa análise visou definir os critérios de inclusão e exclusão, bem como a identificação das variáveis a serem estudadas.

Nesse sentido, o levantamento das informações no sistema GAL foi realizado em três etapas, como descritas a seguir:

- 1) Verificação do cadastro: nesta etapa foram coletadas informações referentes aos municípios que tiveram amostras analisadas pelo LACEN-TO nos anos 2020 a 2023. Os dados coletados incluíram o nome dos municípios, forma de abastecimento, área da coleta, tipo de amostras, data da coleta e análises cadastradas. Estas informações foram necessárias para definição das variáveis e delimitação da pesquisa. A variável quantitativa selecionada foi a análise da turbidez, como parâmetro organoléptico, enquanto as variáveis qualitativas englobaram as análises dos parâmetros microbiológicos, especificamente coliformes totais e *Escherichia coli*.
- 2) Identificação das metodologias empregadas pelo LACEN-TO nas análises das variáveis selecionadas: para a análise da turbidez, o LACEN-TO utilizou método nefelométrico 2130 B do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, que compara a luz dispersa pela amostra com um padrão, expressando a turbidez em unidades nefelométricas (UNT) (APHA, 2005). Para as análises

microbiológicas, foi utilizado o método 9223 B - substrato cromogênico, também do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, que detecta simultaneamente coliformes totais e *Escherichia coli*, empregando indicadores que reagem com enzimas específicas das bactérias. A mudança de cor do meio de cultura indica a presença de coliformes totais, enquanto a fluorescência azul sob luz ultravioleta confirma a presença de *Escherichia coli* (Coelho, Pimentel e Breux, 1988).

- 3) Emissão de relatórios: nesta etapa foram emitidos relatórios mensais das análises das amostras de água de cada município, individualmente, por ensaio e metodologias. As informações obtidas nesta etapa foram organizadas em uma planilha no *Excel® Professional Plus versão 2020* por regiões de saúde e submetidas a uma análise criteriosa seguindo a interpretação dos valores propostos pela Portaria GM/MS Nº 888/2021, posteriormente exportados para o programa GNU Octave 9.1.0.

Foram realizadas análises descritivas dos dados, estimando-se prevalências e intervalos de confiança a 95% (IC95%), bem como médias, medianas e desvios padrão. A representação gráfica dos dados deu-se á através de tabelas, histogramas e *boxplots*;

Considerando que, de acordo com o SISAGUA (2024), o Sistema de Abastecimento de Água (SAA) atende a todas as regiões de saúde, beneficiando 90,1% da população do estado do Tocantins, este estudo concentrou a análise dos resultados dos parâmetros de potabilidade das amostras de água coletadas na zona urbana desta forma de abastecimento.

O projeto de pesquisa foi cadastrado na Plataforma Brasil e submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Tocantins e obteve parecer favorável n. 5.980.112, por atender aos preceitos da Resolução do Conselho Nacional de Saúde Nº 466, de 12 de dezembro de 2012 (Anexo A).

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste item estão discutidas as questões sobre o contexto histórico da qualidade da água para consumo humano, bem como as normativas brasileiras de monitoramento da qualidade de água e o conhecimento do que representa a análise dos parâmetros de potabilidade para a saúde da população. O presente estudo apresenta uma abordagem sobre a estruturação dos laboratórios de saúde pública do Brasil e sua importância no contexto das análises da qualidade da água para consumo humano.

4.1. Contexto Histórico da Qualidade da Água

Ao longo da história, a água tem sido essencial para garantir a sobrevivência da vida humana no planeta. Porém, durante muito tempo, a preocupação com a qualidade da água limitou-se principalmente a aspectos estéticos e sensoriais, como cor, odor e sabor. Com o avanço da ciência, o entendimento sobre a importância da qualidade da água ampliou-se, abrangendo não apenas seus aspectos físicos e sensoriais, mas também aspectos mais complexos e fundamentais para a saúde e o bem-estar humano.

Estudos relatam que as primeiras civilizações se estabeleceram nas margens dos rios, pois nestas regiões existia água potável para os membros das tribos e para seus animais (Faber, 2011). As evidências documentadas das antigas civilizações do Nilo, Tigre - Eufrates, Creta, Índia e dos Incas indicam que, desde tempos remotos, existia a preocupação com a higiene e pureza da água destinada ao consumo humano (Batalha, 1999). Esses registros arqueológicos não apenas corroboram a importância crítica da água para as primeiras comunidades, mas também revelam uma consciência sobre a necessidade de assegurar a qualidade da água para preservar a saúde e o bem-estar.

Segundo Batalha (1999), no Sânscrito, coletânea da sabedoria médica, escrita há aproximadamente 2000 a.C., se identificam os primeiros registros do conceito de água pura e água suja, além dos métodos recomendados para sua purificação. Embora reconheçam a existência de águas melhores para consumo e outras para cozinhar, não associavam a falta de saneamento às doenças, e sim à vontade divina.

Na Grécia Antiga, por volta de 400 a.C., Hipócrates iniciou um esforço sistemático ao explorar as relações causais entre a água e as enfermidades em sua obra intitulada 'Água, ar e lugares' (Gouveia, 1999). Durante esse período, os romanos reconheceram a importância do armazenamento de água limpa e construíram uma rede de aquedutos para transportar água dos montes Apeninos até a cidade, com tanques e filtros ao longo do percurso. Após a queda de Roma, o conhecimento sobre o tema foi preservado principalmente em mosteiros religiosos, ficando obscuro durante a Idade Média (Liebmann, 1979).

A literatura relata que a preocupação com a qualidade da água destinada ao consumo humano foi negligenciada no período que abrange desde a Idade Média até a fase pré-industrial. O crescimento populacional nas áreas urbanas favoreceu o acúmulo de resíduos sólidos e lançamento de dejetos nas vias públicas, promovendo o aparecimento de muitas doenças, entre as quais a peste negra que dizimou grande contingente de pessoas. (Rozen, 1994; Batalha, 1999).

Em 1388 foi estabelecido o *Acto* inglês, como a lei britânica que proibia explicitamente o despejo de excrementos, resíduos e detritos em fossas, rios e outras fontes de água. Em 1453, em Augsburg, foram promulgadas leis rigorosas para proteger os mananciais, visando controlar a contaminação dos rios utilizados para o abastecimento público (Netto, 1959).

Entretanto, foi somente no século XIX que os cientistas começaram a compreender melhor as fontes e os efeitos dos contaminantes da água potável, especialmente aqueles que não eram visíveis a olho nu. A confirmação dessa relação se deu com as observações do médico *John Snow* em 1855, que desenvolveu estudos que comprovavam a associação entre água consumida pela população, do distrito de *Broad Street*, em Londres, e a incidência da cólera (Snow, 1999)

Posteriormente, em 1880, *Louis Pasteur* demonstrou pela “teoria dos germes” como microrganismos poderiam transmitir doenças por meio da água. Cientistas descobriram que a turbidez não estava somente relacionada aos aspectos estéticos, mas que poderia conter material patogênico e fecal. Estes estudos foram fundamentais para os significativos avanços na compreensão da relação entre água contaminada e doenças. A partir deste momento as preocupações relativas à qualidade da água potável passaram a centrar-se nos microrganismos causadores de doenças no abastecimento público da água e nas formas de como removê-los ou torná-los inofensivos no abastecimento de água. A qualidade da água torna-se, então, uma questão de interesse para a saúde pública (Freitas e Freitas, 2005; Crittenden, 2012).

Em 1908, a cloração das águas públicas foi introduzida nos Estados Unidos, em Jersey City, e espalhou-se rapidamente, à medida que essa técnica se tornava altamente eficaz, na redução da incidência de mortes causadas por doenças comuns de propagação hídrica. Após, em 1914, foi estabelecido o primeiro padrão de potabilidade referenciando-se tão somente à contaminação bacteriológica, considerando apenas quantidade de microrganismos por mililitro de água, posteriormente foram inseridos limites para componentes químicos e, também, os padrões de potabilidade passaram a considerarem aspectos estéticos. (Libâno, 2010).

De acordo com Campos (2002), o Brasil se respaldou nas recomendações americanas e em 1925, iniciou a cloração das águas, por iniciativa de Geraldo Horácio de Paula Souza, médico sanitário, com o alcance de bons resultados na redução dos surtos das doenças de transmissão hídrica.

À medida que o conhecimento científico evoluía, novas normativas e parâmetros acerca da potabilidade da água eram estabelecidos a fim de garantir a sua qualidade. Embora ainda sem especificar a periodicidade e o número de amostras, os limites bacteriológicos tomaram-se mais, bem como os aspectos estéticos.

4.2 Normativas Brasileiras sobre Potabilidade da Água para Consumo Humano

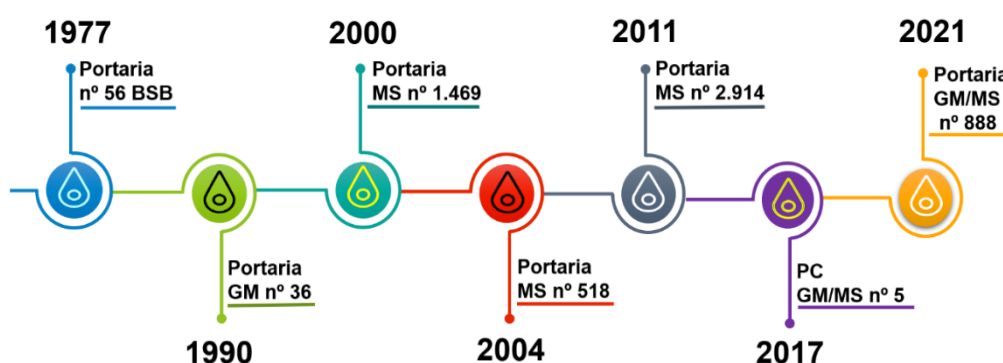
O crescimento da urbanização no Brasil nas décadas de 1950 e 1960 trouxe consigo diversos problemas ambientais, especialmente no que diz respeito à contaminação da água destinada ao consumo humano, levando a um aumento nas doenças relacionadas à má qualidade da água. Para lidar com esses problemas, várias medidas sanitárias foram adotadas (Freitas e Freitas, 2005).

No entanto, foi somente em 1977 que o Ministério da Saúde passou a ser responsável por estabelecer padrões de potabilidade para a água de consumo humano, por meio do Decreto nº 79.367. A partir de então, começou-se a definir normas mais claras para garantir a qualidade da água.

Posteriormente, em 1988, a Constituição Federal Brasileira atribuiu ao Sistema Único de Saúde (SUS) a responsabilidade de participar na formulação de políticas e na implementação de ações de saneamento básico e controle da qualidade da água potável, reforçando a importância de um controle mais rigoroso para a proteção da saúde pública (Freitas e Freitas, 2005; Magalhães, 2007).

Cabe destacar que a OMS é a instituição que acompanha e recomenda os Valores Máximos Permitidos (VMP), a partir dos estudos toxicológicos realizados em todo o mundo e publicados em diferentes revistas e eventos científicos especializados no tema. No Brasil, as normas de potabilidade seguem as diretrizes preconizadas pela OMS, sendo o MS, o órgão responsável pela definição dos parâmetros que delimitam esse padrão, assegurando a qualidade da água potável (Brasil, 2021). A Figura 2 ilustra o resumo da evolução das normas brasileiras de potabilidade da água para consumo humano no país.

Figura 2- Histórico das Normas Brasileiras de Potabilidade da Água Para Consumo Humano.



Fonte: Elaborado pela Autora.

A primeira legislação brasileira sobre a qualidade da água foi a Portaria Nº 56/BSB de 1977, que estabeleceu limites para constituintes físico-químicos e microbiológicos, exigiu a fluoretação para prevenção de cárie dentária e definiu a quantidade de amostras, mas carecia de controle e vigilância. Para resolver isso, o MS revisou a portaria, envolvendo diversos setores da saúde, incluindo os LACEN, resultando na Portaria GM/MS Nº 36 de 19 de janeiro de 1990, que introduziu definições de controle, vigilância, a definição de laboratórios e de serviço e sistema de abastecimento de água, além da inclusão e revisão de alguns parâmetros químicos e microbiológicos (Rego, 2006).

Cabe ressaltar que, em 1986, o Ministério da Saúde criou o Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIÁGUA). O programa apoia técnica e financeiramente as SESs, ajudando na implementação da vigilância da água, revisão da legislação, capacitação de profissionais e definição de estratégias para garantir o suporte laboratorial necessário ao cumprimento das normas físico-químicas e bacteriológicas da água (Freitas e Freitas, 2005; Brasil, 2021).

Outro avanço significativo na valorização da água ocorreu em janeiro de 1997, quando a União instituiu sua política e sistema de gestão de recursos hídricos por meio da Lei nº 9.433/97. Essa legislação consolidou a importância da água ao definir, no artigo 1º, incisos I e II, que "a água é um bem de domínio público e possui valor econômico". A promulgação dessa lei representou um marco na gestão sustentável dos recursos hídricos, promovendo a integração entre proteção ambiental e desenvolvimento econômico (Brasil, 1997).

Decorridos dez anos desde a promulgação da Portaria GM/MS Nº 36/90, um novo processo de revisão foi executado, culminando com a publicação da Portaria GM/MS Nº 1.469, de 29 de dezembro de 2000, que trouxe inovações significativas. Ela classificou os sistemas de abastecimento de água em sistemas coletivos e soluções alternativas, definindo responsabilidades para órgãos de saúde e empresas de abastecimento, tanto públicas quanto privadas. A nova portaria estabeleceu a necessidade de monitoramento dos parâmetros de qualidade desde a captação até a distribuição da água e introduziu a pesquisa de cianobactérias e cianotoxinas como um novo parâmetro microbiológico (Rego, 2006).

Em 25 de março de 2004, A Portaria GM/MS Nº 1.469/2000 foi revogada e substituída pela Portaria GM/MS Nº 518, que reproduziu inteiramente o seu conteúdo. Esta substituição ocorreu pelo fato da atribuição para legislar e fazer cumprir a legislação sobre potabilidade da água para consumo humano ter sido transferida da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) para a Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS) (Formiggia e Souza, 2021).

Cabe ressaltar que, em 2006 foi publicado o manual de Vigilância e Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano. Este manual trata sobre a produção e distribuição das águas de abastecimento, além de especificar as técnicas de tratamento que devem ser empregadas com vistas a tornar a água segura e sem causar danos à saúde. De acordo com Reali, Paz e Daniel (2013), as técnicas de tratamento utilizadas por uma Estação de Tratamento de Água (ETA) devem transformar água natural em água potável por meio de etapas sequenciais, que incluem clarificação, filtração e desinfecção. A clarificação remove sólidos em suspensão e coloidais, pode ser feita com ou sem coagulação química, influenciando o tipo de filtração empregada. A desinfecção elimina microrganismos patogênicos restantes, geralmente usando cloro. Além disso, o controle de pH é realizado, e a fluoreção, que ajuda a prevenir cáries.

Em face aos novos conhecimentos técnicos-científicos e novas realidades que se apresentavam, novamente, o MS promoveu a revisão da legislação de potabilidade de água, com isto, a Portaria 518 foi substituída pela Portaria GM/MS Nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011.

Segundo Ribeiro (2012), a Portaria GM/MS Nº 2.914/2011 trouxe, além dos avanços em relação aos parâmetros de qualidade, a necessidade da estruturação e habilitação de laboratórios. Destacou-se a figura da “solução individual de abastecimento e a mudança do conceito de “água potável”, seu texto ainda dispõe de parâmetros de observação obrigatória para a aferição e garantia do padrão microbiológico de potabilidade, inclusive estabelecendo padrões para substâncias químicas que representam risco à saúde, utilizados em tratamento de água para consumo humano e a comprovação do baixo risco à saúde (Brasil, 2011).

Já em 2016, o MS elaborou a Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância e Qualidade da Água para Consumo Humano, com o propósito de fornecer subsídios técnicos para a implementação do Plano de Amostragem Básico, documento que detalha os parâmetros, o número de amostras e a frequência de monitoramento das amostras de água destinada ao consumo humano em cada localidade. Em vigor até hoje, a Diretriz estabelece o número mínimo mensal de análises com base nas faixas populacionais, garantindo a abrangência e a representatividade necessárias para monitorar efetivamente a qualidade da água, e, consequentemente, assegurar a segurança e o bem-estar da população (Brasil, 2016).

Segundo a Diretriz, os parâmetros do Plano de Amostragem Básico foram definidos com base no conhecimento consolidado na literatura especializada sobre indicadores da qualidade microbiológica da água para consumo humano. Esses parâmetros incluem turbidez, cloro residual livre (ou outro composto residual ativo, se o agente desinfetante não for o cloro), coliformes totais, *Escherichia coli* e fluoreto (Brasil, 2016).

A Figura 3 apresenta os números mínimos mensais de amostras a serem analisadas em função da população do município, para os parâmetros cloro residual livre, turbidez e coliformes totais/*Escherichia coli*, conforme a Diretriz Nacional do VIGIÁGUA.

Figura 3 - Número mínimo mensal de amostras analisadas para os parâmetros cloro residual livre, turbidez, coliformes totais/*Escherichia coli*, segundo faixa populacional do município (1).

PARÂMETROS	POPULAÇÃO (HAB.)					
Cloro residual livre ⁽²⁾	0 a 5.000	5.001 a 10.000	10.001 a 50.000	50.001 a 200.000	200.001 a 500.000	Superior a 500.001
Turbidez						
Coliformes totais			8 + (1 para cada 7,5 mil habitantes)	10 + (1 para cada 10 mil habitantes)	20 + (1 para cada 20 mil habitantes)	35 + (1 para cada 50 mil habitantes)
<i>Escherichia coli</i>	6	9				

Fonte: Diretriz Nacional do VIGIÁGUA, 2016.

(1) Para o DF, as Regiões Administrativas foram consideradas na lógica de município.

(2) Análise do composto residual ativo, caso o agente desinfetante utilizado não seja o cloro

No dia 03 de outubro de 2017, através do Suplemente DOU nº 190 foi publicado a Portaria de Consolidação (PC) Nº 5, que através do Art. 864, inciso CXXXIII, revogou a Portaria GM/MS Nº 2914/2011. Assim, a Portaria GM/MS Nº 2.914/2011 é incorporada, como Anexo XX, à Portaria de Consolidação GM/MS Nº 5 - Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde, não havendo, entretanto, qualquer alteração de conteúdo em relação ao seu conteúdo (Brasil, 2017).

O anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS Nº 5 foi alterado pela Portaria GM/MS Nº 888 que está em vigor desde a sua publicação no dia 7 de maio de 2021. Esta portaria altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS Nº 5, de 28 de setembro de 2017 - que trata do controle e vigilância da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (Brasil, 2021).

De acordo com Oliveira, Guillen e Silva (2022) essa normativa é considerada um marco normativo para o enfrentamento dos contaminantes emergentes, pois as normas que a antecederam não abordaram o tema de maneira direta, forçando que as empresas do setor de saneamento básico adotem técnicas de tratamento capazes de atender a tais determinações, o que melhorará a qualidade das reservas hídricas nacionais e da água entregue ao cidadão brasileiro.

A Portaria GM/MS nº 888/221, por sua vez, estabelece claramente a definição de água para consumo humano como aquela destinada à ingestão, preparação de alimentos e higiene

peçoal, sem distinção de sua origem. Adicionalmente, delimita a água potável como aquela que atende aos critérios de potabilidade, garantindo que não apresente riscos à saúde. Esta portaria apresenta os parâmetros e os padrões de potabilidade da água, como os VMP, trata sobre número de amostras e frequência de coleta, importantes para conhecimento científico e populacional sobre a qualidade da água consumida.

No capítulo V da Portaria GM/MS Nº 888/2021 encontram-se estabelecidos os padrões de potabilidade que devem ser alcançados por meio das análises dos parâmetros microbiológico e físico-químico realizados em amostras de água coletadas no sistema de distribuição.

Além disso, essa normativa trata das distintas modalidades de abastecimento de água potável: o Sistema de Abastecimento de Água para Consumo Humano (SAA), uma instalação abrangente que tem como objetivo principal a produção e o fornecimento coletivo de água potável por meio de uma rede de distribuição, atendendo a diversas comunidades; a Solução Alternativa Coletiva de Abastecimento de Água para Consumo Humano (SAC), destinada a fornecer água potável, com ou sem canalização, sem rede de distribuição, atendendo pequenas comunidades; e a Solução Alternativa Individual de Abastecimento de Água para Consumo Humano (SAI), atendendo exclusivamente a domicílios residenciais unifamiliares (Brasil, 2021).

Os responsáveis por cada modalidade de abastecimento têm a incumbência de assegurar que as instalações operam de acordo com as normas técnicas estabelecidas. Em adição, segundo a Portaria GM/MS Nº 888/2021, o controle da qualidade da água, conduzido pelos responsáveis por cada modalidade de abastecimento, é efetuado em colaboração com as Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde. Estas, por sua vez, são encarregadas de conduzir atividades de vigilância através do programa VIGIÁGUA, dentro de suas áreas de competência. Consequentemente, o MS assume a responsabilidade pela execução de medidas complementares de vigilância da qualidade da água para consumo humano, em apoio às ações dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios (Brasil, 2021).

Além disso, a Portaria destaca a responsabilidade dos laboratórios integrantes da Rede Nacional de Laboratórios de Saúde Pública na realização das análises para vigilância da qualidade da água destinada ao consumo humano, mediante o desenvolvimento de metodologias analíticas em conformidade com as normas nacionais ou internacionais estabelecidas.

4.3 Laboratórios Centrais de Saúde Pública (LACEN) e Sistema Gerenciador de Ambiente Laboratorial (GAL)

Os LACEN são laboratórios de referência estadual, vinculados às Secretarias de Estado da Saúde, que integram o Sistema Nacional de Laboratórios de Saúde Pública (SISLAB). Este sistema consiste em redes nacionais de laboratórios, que são organizadas em sub-redes de acordo com a natureza dos problemas de saúde ou programas específicos. Essa organização segue uma hierarquia baseada na complexidade das atividades relacionadas à vigilância em saúde, abrangendo vigilância epidemiológica, vigilância em saúde ambiental, vigilância sanitária e assistência médica (Brasil, 2004).

Com relação ao número de LACEN, o Brasil conta com 27 unidades, sendo uma em cada estado do país e uma no Distrito Federal. A principal missão desses laboratórios é fornecer diagnósticos laboratoriais precisos e oportunos para os sistemas de vigilância epidemiológica, ambiental e sanitária. Além disso, eles coordenam a rede de laboratórios públicos, privados e conveniados que são responsáveis por análises relevantes para a Saúde Pública (Brasil, 2017).

Para fortalecer as atividades dos LACEN, em 2005 foi instituído o Fator de Incentivo para Laboratórios Centrais de Saúde Pública (FinLacen), que oferece apoio financeiro diretamente ao Fundo Estadual de Saúde, por meio do Teto Financeiro de Vigilância em Saúde. Este recurso é destinado a ações de vigilância epidemiológica e de vigilância ambiental (Brasil, 2005).

A coordenação dos LACEN é realizada por diferentes órgãos dentro do MS, dependendo de suas áreas de atuação. A Coordenação-Geral de Laboratórios de Saúde Pública, parte da Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde (CGLAB/SVS/MS), supervisiona as redes epidemiológica e ambiental. A Gerência Geral de Laboratórios de Saúde Pública, ligada à Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde (atual GELAS/Anvisa/MS), é responsável pela rede de vigilância sanitária. Já a Secretaria de Assistência à Saúde do Ministério da Saúde (SAS/MS) gerencia a rede de assistência médica de alta complexidade (Ministério da Saúde, 2024). Dessa forma, o SISLAB oferece uma estrutura robusta para apoiar as ações de vigilância em saúde em todo o país, com os LACEN desempenhando um papel central nessa missão.

No contexto da Vigilância em Saúde Ambiental e Sanitária, os LACEN são responsáveis por executar as análises laboratoriais para vigilância da qualidade da água para consumo humano de acordo com a legislação vigente (Brasil, 2021). O gerenciamento das informações das análises laboratoriais realizadas pelos LACEN ocorre por meio do sistema informatizado GAL.

O GAL foi construído em 2008 pelo MS por intermédio da CGLAB em parceria com o Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) para atender as necessidades da rede de laboratório do SISLAB quanto melhorias na gestão das informações das análises laboratoriais em todo o Brasil, principalmente relacionadas ao tempo hábil da liberação dos resultados dos exames e as ações de vigilância em saúde. É um *software* robusto com possibilidade de integração com os demais sistemas de vigilância e de informação em saúde existentes no Brasil (Paula *et al.*, 2017).

De acordo com Favretto, Lagni e Pádua (2015), indicam que, em dezembro de 2012, foi criado e implementado o GAL – Módulo Ambiental/Água para consumo humano, com o propósito de monitorar e gerenciar o processo laboratorial, desde o cadastro das amostras de água até a emissão dos laudos. Esse sistema possibilita a disponibilização de dados laboratoriais para vigilâncias epidemiológicas e ambientais em níveis municipal, estadual e nacional, conforme as regulamentações vigentes.

Antes da introdução do GAL, os autores apontam que o processo de solicitação de análises de água nos municípios era realizado manualmente, utilizando fichas de papel. Esse método tornava o procedimento lento e inadequado para a era digital, uma vez que envolvia o registro dos resultados em um livro e, posteriormente, sua transcrição para novas fichas, que eram então devolvidas aos municípios.

Diante disso, observa-se que com a implantação do GAL- Módulo Ambiental, ocorreu um avanço na gestão das análises de água, melhorando a rastreabilidade, confiabilidade dos resultados, sobretudo melhorando a emissão de relatórios epidemiológicos e analíticos. Outro avanço significativo foi a integração do GAL com o SISAGUA. Essa modernização melhorou o suporte para a tomada de decisões em Vigilância em Saúde nos âmbitos municipal, estadual e federal (Favretto, Lagni e Pádua, 2015; Oliveira Junior *et al.*, 2019).

O Tocantins foi o primeiro Estado da região Norte e o 11º do país a aderir ao sistema GAL (Tocantins, 2010). No estado, o LACEN-TO é o laboratório de referência estadual para realização das análises do Programa VIGIÁGUA, vinculado à Secretaria de Estado da Saúde por meio da Superintendência de Vigilância em Saúde e Ambiental. Suas atividades no âmbito da vigilância em saúde ambiental, além das análises das amostras de água, incluem capacitação de técnicos, estabelecimento de padrões laboratoriais, garantia da implementação de planos de amostragem pelos municípios, e coordenação de ações junto às autoridades municipais e aos responsáveis pelo abastecimento de água para consumo humano (Tocantins, 2019).

Diante deste cenário, percebe-se uma organização de vigilância em saúde estrategicamente bem definida no país, na qual os LACEN atuam por meio da vigilância

laboratorial e com a utilização de um sistema de informação robusto, o qual permite ações coordenadas e planejadas na promoção de saúde pública.

4. 4 Vigilância laboratorial e Doenças de Veiculação Hídrica

As análises laboratoriais das amostras de água para consumo humano além de necessárias para identificar alterações dos padrões de potabilidade, contribuem para que intervenções sejam realizadas em tempo hábil a fim de evitar consequências graves na saúde da população de uma determinada comunidade. Nesse sentido, os LACEN atuam na vigilância laboratorial, por meio do monitoramento constante dos parâmetros de potabilidade nas amostras de água, utilizando metodologias de referência nacional e internacional preconizadas pela legislação que produzem informações científicas que contribuem para a vigilância em saúde.

A OMS define algumas funções chaves para a vigilância em saúde pública: detectar, gravar, confirmar, relatar, analisar e providenciar um retorno acerca das informações de saúde pública. A vigilância está entremeada nestas funções, deve ser padronizada e depende de diversos fatores que conectam o esforço humano e os recursos públicos (WHO, 2001).

A literatura evidencia esforços realizados pelos LACEN de todo o Brasil na investigação de alterações nos padrões de potabilidade estabelecida pela Portaria GM/MS Nº 888/2021. Na revisão integrativa conduzida por Xavier *et al.* (2022), os resultados apontaram que os parâmetros e indicadores mais amplamente abordados na literatura para verificar a potabilidade da água incluem, principalmente, os físicos, como cor, turbidez, temperatura, sabor e odor.

Além desses parâmetros físicos, percebe-se também uma frequência na utilização de parâmetros químicos, entre os quais destacam-se o pH, alcalinidade, acidez e dureza. Por fim, análises microbiológicas utilizando organismos indicadores, algas e bactérias, também se mostraram extremamente relevantes no contexto da vigilância da qualidade da água (Xavier *et al.*, 2022).

É importante destacar que a presença de bactérias do grupo dos coliformes totais representa contaminação por material fecal humano e/ou animal, e serve como indicador de potabilidade microbiológica e sanitário de integridade do sistema de distribuição de água tratada para consumo humano. A *Escherichia coli* indica contaminação fecal recente e a presença de coliformes totais, na saída do tratamento e/ou na rede de distribuição, indica falhas na desinfecção ou problemas na integridade da rede (Brasil, 2006, 2021). A presença dessas bactérias na água é responsável por várias doenças, sobretudo, as infecções intestinais (Landa *et al.*, 2019).

Outro parâmetro amplamente analisado é a turbidez, que é um indicador da eficiência da filtração, através da remoção de partículas suspensas. Partículas em suspensão indicam a presença de microrganismos patogênicos, como protozoários, incluindo os oocistos de *Cryptosporidium spp.* e cistos de *Giardia spp.*, conferindo grande importância sanitária na qualidade e controle da água. É importante também destacar sobre a quantificação do cloro residual livre na distribuição da água à população, pois a cloração visa a inativação de organismos patogênicos (Brasil, 2006).

O Centro de Controle e Prevenção de Doenças (ou CDC, do inglês *Centers for Disease Control and Prevention*) estima que as doenças transmitidas pela água no mundo sejam responsáveis por mais de 2 milhões de mortes a cada ano, principalmente entre crianças com menos de cinco anos (Tortora *et al.*, 2017). Diante disso, o consumo de água contaminada pode representar riscos à saúde, uma vez que contém agentes patogênicos causadores das mais diversas doenças infecciosas.

Vale ressaltar que as doenças de veiculação hídrica são um grupo de patologias que ocorre através do contato com água inadequada para consumo. A figura 4 apresenta alguns exemplos de patógenos e substâncias possíveis de causar esses tipos de doenças.

Figura 4. Exemplo de patógenos e substâncias químicas possíveis de causar doenças por meio da Veiculação Hídrica

INGESTÃO				CONTATO	
GASTROINTESTINAL				MUCOSAS, OLHOS E PELE (ESPECIALMENTE SE POSSUIR LESÕES)	
Protozoários e Helmintos	Bactérias	Vírus	Substâncias químicas	Bactérias/ Parasitos	Substâncias químicas
<i>Cryptosporidium</i> <i>hominis/parvum</i>	<i>Campylobacter spp.</i>	Adenovírus	Cianotoxinas	<i>Acanthamoeba spp.</i>	Inorgânicas, orgânicas,
<i>Cyclospora</i>	<i>Escherichia coli-</i> <i>patogênica</i>	Astrovírus	Inorgânicas,	<i>Burkholderia</i>	agrotóxicos,
<i>cayetanensis</i>	<i>Francisella</i>	Enterovírus	orgânicas,	<i>pseudomallei</i>	desinfetantes e
<i>Dracunculus</i>	<i>tularensis</i>	Hepatite A	agrotóxicos,	<i>Leptospira spp.</i>	produtos secundários
<i>medinensis</i>	<i>Salmonella spp-</i>	Hepatite E	desinfetantes	<i>Mycobacteria (não</i> <i>tuberculosis)</i>	da desinfecção
<i>Entamoeba</i>	<i>incluindo S. Typhi</i>	Norovírus	e produtos	<i>Shistosoma mansoni</i>	
<i>histolytica</i>	<i>Shigella spp. Vibrio</i>	Rotavírus	secundários		
<i>Giardia</i>	<i>cholerae</i>	Sapovírus	da		
<i>intestinalis</i>			desinfecção		
<i>Toxoplasma</i> <i>gondii</i>					

Fonte: Adaptado de Brasil, 2018.

Dados do Painel de Saneamento do Brasil, mostram que o país contabilizou 128.912 internações totais decorrentes de doenças transmitidas pela água no ano de 2021, resultando em 1.493 óbitos relacionados a essas enfermidades. Notavelmente, na região norte, foram registradas 25.026 internações totais e 163 óbitos por doenças de veiculação hídrica (Trata Brasil, 2024).

De acordo com a OMS, as doenças diarreicas representam a segunda maior causa de óbito entre crianças menores de cinco anos. Uma parcela considerável dessas enfermidades é transmitida por meio da água contaminada, porém, pode ser prevenida por meio do acesso à água potável, da garantia de condições adequadas de saneamento e da promoção de hábitos higiênicos (Brasil, 2022a).

Anualmente, estima-se que aproximadamente 829 mil pessoas morrem de diarreia como resultado de consumo de água, saneamento e higiene inadequada das mãos. Essas causas representam 60% de todas as mortes relacionadas à diarreia em todo o mundo, incluindo de quase 300 mil crianças menores de 5 anos, o que corresponde a 5,3% de todas as mortes nessa faixa etária (Unesco, 2021).

As doenças diarreicas são síndromes que acometem o sistema gastrointestinal, provocando a diminuição da consistência das fezes, o aumento do número de evacuações (mínimo de 3 episódios em 24 horas), que pode ser acompanhado de náusea, vômito, febre e dor abdominal e em alguns casos, há presença de muco e sangue, quadro conhecido como disenteria. Em geral, são autolimitadas, com duração de até 14 dias. O quadro clínico pode evoluir para desidratação leve à grave. Quando tratadas incorretamente ou não tratadas, podem evoluir para desidratação grave e ao distúrbio hidroeletrólítico, podendo ocorrer óbito, principalmente quando associadas à desnutrição (Brasil, 2023).

No Brasil, o MS implementou o Programa de Monitorização das Doenças Diarreicas Agudas (MDDA), elaborado no Brasil em 1994, após a chegada da sétima pandemia de cólera ao país, em 1991, o qual é regulamentado pela Portaria de Consolidação nº 5 de setembro de 2017, sendo realizado em unidades de saúde sentinelas para acompanhar e detectar alterações no padrão local de doenças diarreicas, visando identificar surtos e epidemias e adotar medidas preventivas (Brasil, 2017).

De acordo com Nick *et al.* (2020), os rotavírus estão entre as principais causas de gastroenterite aguda viral em recém-nascidos e crianças menores de 5 anos em todo mundo e a capacidade desses vírus de permanecerem infecciosos em ambientes diversos, bem como no processo de tratamento de água residuais, os torna mais prevalentes.

A febre tifoide e as hepatites virais, são citadas como doenças infecciosas associadas ao consumo de água contaminada. A febre tifoide é contraída meio da *Salmonella typhi*, que tem como principais manifestações clínicas febre alta, diarreia, dor abdominal e cefaleia, conforme indicado por Santana *et al.* (2021). Por outro lado, as hepatites A e E têm o fígado como principal alvo, desencadeando um processo necroinflamatório e manifestando sintomas de perda de apetite, náuseas, podendo, em casos graves, resultar em doença severa e até mesmo levar à morte, de acordo com Ferreira e Silveira (2004).

Além das doenças infecciosas, há também as intoxicações agudas ou crônicas relacionadas à ingestão, inalação ou contato com substâncias químicas nocivas à saúde presentes na água que podem provocar sinais e sintomas como náuseas, vômitos, diarreia, desidratação e alteração hidroeletrólítica, dor de cabeça, dor abdominal, hemorragia e icterícia, semelhantes ao produzido por alguns agentes biológicos patogênicos. Nesse contexto, destacam-se substâncias como as cianotoxinas e os agrotóxicos quando em concentrações maiores do que os VMP estabelecidos na Portaria de Potabilidade vigente no país (Brasil, 2021).

Nesse cenário, torna-se essencial o papel dos LACEN na implementação de uma vigilância laboratorial rigorosa da qualidade da água, através da análise dos parâmetros de potabilidade estabelecidos pela Portaria GM/MS Nº 888/2021. Essa medida visa não apenas atender aos padrões regulatórios, mas, principalmente, reduzir significativamente os riscos de surtos e doenças associados ao consumo de água contaminada. A vigilância constante e a conformidade com as normas estabelecidas são fundamentais para assegurar a saúde pública e garantir um abastecimento de água seguro e confiável.

5. RESULTADO E DISCUSSÃO

5.1 Monitoramento da Qualidade da Água no Tocantins

O Estado do Tocantins está dividido em 139 municípios, agrupados em 8 regiões de saúde. Todos os municípios de cada uma dessas regiões têm o Programa VIGIÁGUA incorporado às suas políticas públicas.

A Tabela 01 apresenta o número absoluto e o percentual da população abastecida por cada uma das formas de abastecimento de água (SAA, SAC e SAI) e o percentual da população sem informação por região de saúde do estado do Tocantins. O SAA destaca-se como a principal forma de abastecimento de água para consumo humano no Estado, atendendo 90,1% da população cadastrado no sistema de monitoramento do VIGIAGUA. Isso representa um

aumento de 7,1% em comparação com o ano de 2020, conforme a pesquisa realizada por Souza e colaboradores (2021). Também é possível perceber que 127.714 pessoas (8,3% da população do Tocantins) não têm informações disponíveis sobre sua fonte de abastecimento de água registrada no SISAGUA, o que implica uma falta de conhecimento sobre a forma de abastecimento dessas pessoas.

Tabela 1: Cobertura de Abastecimento de Água para Consumo Humano das Regiões de Saúde do Estado do Tocantins conforme Relatório de Abastecimento do SISAGUA, 2024.

Região de Saúde	População Total	SAA ¹	SAC ²	SAI ³	População Sem Informação
Amor Perfeito	117.502	108.640 (92,46%)	556 (0,47%)	156 (0,13%)	8.150 (6,94%)
Bico do Papagaio	196.920	182.163 (92,51%)	5.183 (2,63%)	285 (0,14%)	9.289 (4,72%)
Cantão	126.761	106.273 (83,84%)	1.606 (1,27%)	1.030 (0,81%)	17.852 (14,08%)
Capim Dourado	375.713	366.753 (97,62%)	1.229 (0,33%)	731 (0,19%)	7.000 (1,86%)
Cerrado do Tocantins	151.095	131.578 (87,08%)	1.835 (1,21%)	445 (0,29%)	17.237 (11,41%)
Ilha do Bananal	177.432	155.317 (87,54%)	2.094 (1,18%)	1.876 (1,06%)	18.145 (10,23%)
Médio Norte Araguaia	278.397	239.905 (86,17%)	4.268 (1,53%)	2.787 (1,00%)	31.437 (11,29%)
Sudeste	87.640	71.688 (81,80%)	152 (0,17%)	113 (0,13%)	15.687 (17,90%)
TO	1.511.460	1.362.317 (90,1%)	16.927 (1,1%)	7.423 (0,5%)	124.797 (8,3%)

Fonte: SISAGUA (2024).

(1) Sistema de Abastecimento de Água

(2) Solução Alternativa Coletivo

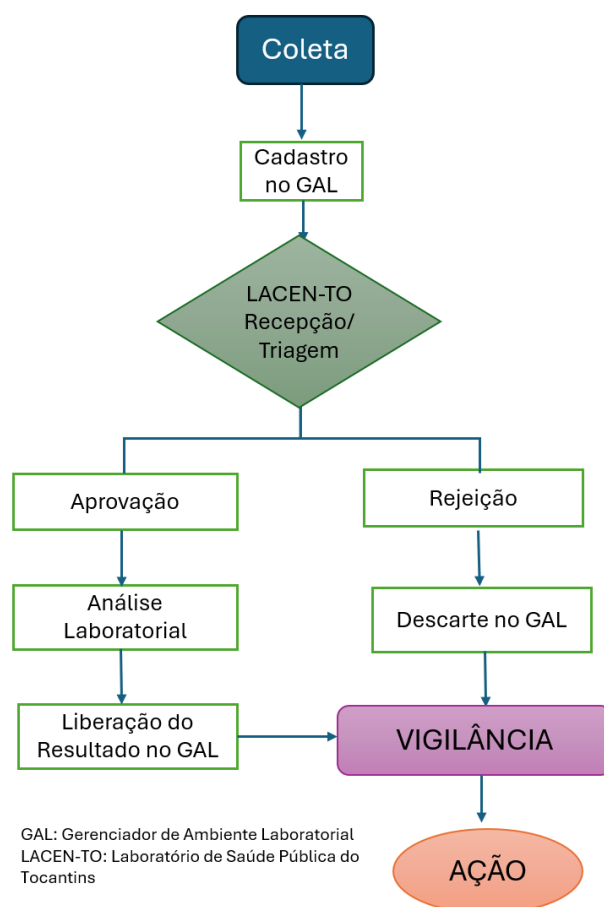
(3) Solução Alternativa Individual

Capim Dourado é a região de saúde que apresenta maior cobertura da forma de abastecimento SAA (97,62%) e o menor percentual (1,8%) da população do estado sem informação sobre a forma de abastecimento. Por outro lado, a região Sudeste apresenta o menor percentual de cobertura deste sistema de abastecimento (81,80%) e o maior percentual (17,9%) de população “sem informação” sobre a forma de abastecimento.

O MS define municípios "sem informação" como aqueles que não têm dados registrados no SISAGUA (Brasil, 2020a). Essa ausência de informações afeta o monitoramento da qualidade da água, comprometendo a saúde pública ao dificultar a avaliação da potabilidade e a implementação de medidas de segurança. Sem registros precisos, também se torna difícil identificar e corrigir problemas.

O cadastro no SISAGUA é essencial para que as amostras possam ser registradas no sistema GAL e analisadas pelo LACEN-TO, pois o GAL é interligado com o SISAGUA. É importante destacar que a Capim Dourado é a região onde se localiza o município de Palmas, a

Figura 6 – Fluxo da amostra do Programa VIGIÁGUA analisada pelo LACEN-TO.



Fonte: Elaborado pela Autora.

Cabe ressaltar que na capital do Estado, Palmas, encontra-se localizada a unidade central do LACEN-TO e que no município de Araguaína encontra-se uma unidade descentralizada, diretamente subordinada a unidade de Palmas, o que contribui para logística de encaminhamento e realização das análises, considerando a distância dos municípios.

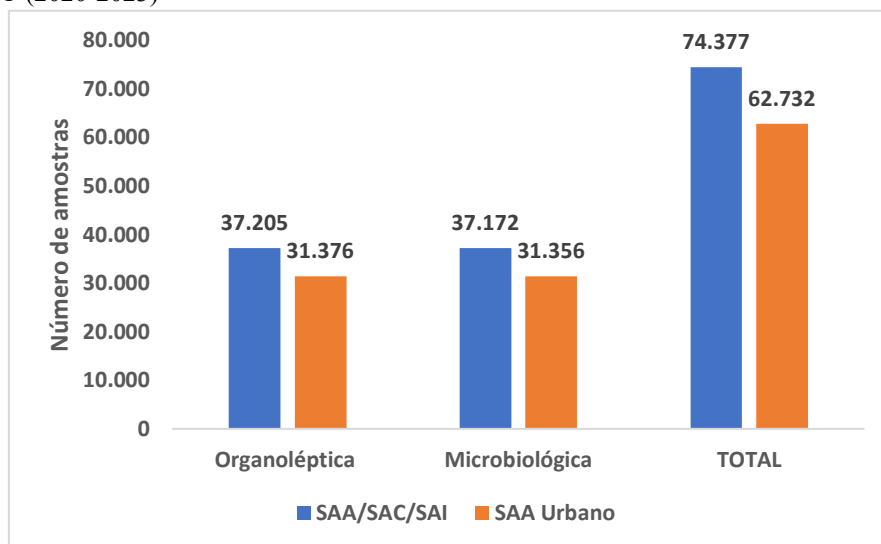
O LACEN-TO oferece orientações fundamentais para a coleta de amostras de água destinadas à análise de potabilidade e ambiental através do Manual de Coleta para Análise de Água de Consumo Humano. O manual padroniza os procedimentos de coleta para garantir a qualidade dos resultados analíticos (Tocantins, 2023b).

5.2 Número de amostras analisadas pelo LACEN-TO

De acordo com registro no sistema GAL, durante os anos 2020 a 2023, o LACEN-TO analisou 74.377 amostras de água para consumo humano. Estas amostras foram coletadas nas diferentes formas de abastecimento (SAA, SAC e SAI) e foram submetidas a análise organoléptica e microbiológica. Ao comparar o quantitativo de amostras analisadas por forma

de abastecimento, percebeu-se que a forma SAA, coletadas em área urbana, foi a que apresentou o maior número de amostras analisadas. O gráfico 1 ilustra esses dados, comparando o total de amostras analisadas das diferentes formas de abastecimento com a forma SAA urbano.

Gráfico 1 – Quantitativo de amostras de água para consumo humano por tipo de análise realizada pelo LACEN-TO (2020-2023)



Fonte: Autora a partir dos dados do GAL, 2024.

Do total de 74.377 amostras de água para consumo humano analisadas, 37.205 foram submetidas a análise organoléptica e 37.172 a análise microbiológica. Cabe destacar que 62.732 amostras foram provenientes do SAA urbano, esse número representa 84,3% do total de amostras analisadas. Devido à significativa representatividade dessas amostras, este estudo priorizou a análise dos resultados dos parâmetros de potabilidade da água originada dessa forma de abastecimento. Na área rural, foram analisadas apenas 4.208 amostras para o SAA, ou seja, 5,6% do total de amostras.

Em relação as amostras provenientes do SAC, foram analisadas 2.927 coletadas na área urbana e 1.874 na área rural. As amostras do SAI corresponderam 1.661 provenientes da zona urbana e 975 da zona rural. O quantitativo de amostras de cada forma de abastecimento por área de coleta pode ser visualiza no Anexo B.

5.3 Cumprimento do Plano de Amostragem Básico

O levantamento de informações realizado no sistema GAL proporcionou uma análise detalhada do cumprimento do Plano de Amostragem Básico anual de cada região de saúde. Por meio deste sistema, observou-se que, dentre os parâmetros previstos pela Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância e Qualidade da Água para Consumo Humano, o LACEN-

TO analisou, durante o período de 2020 a 2023, os parâmetros turbidez, coliformes totais e *Escherichia coli*.

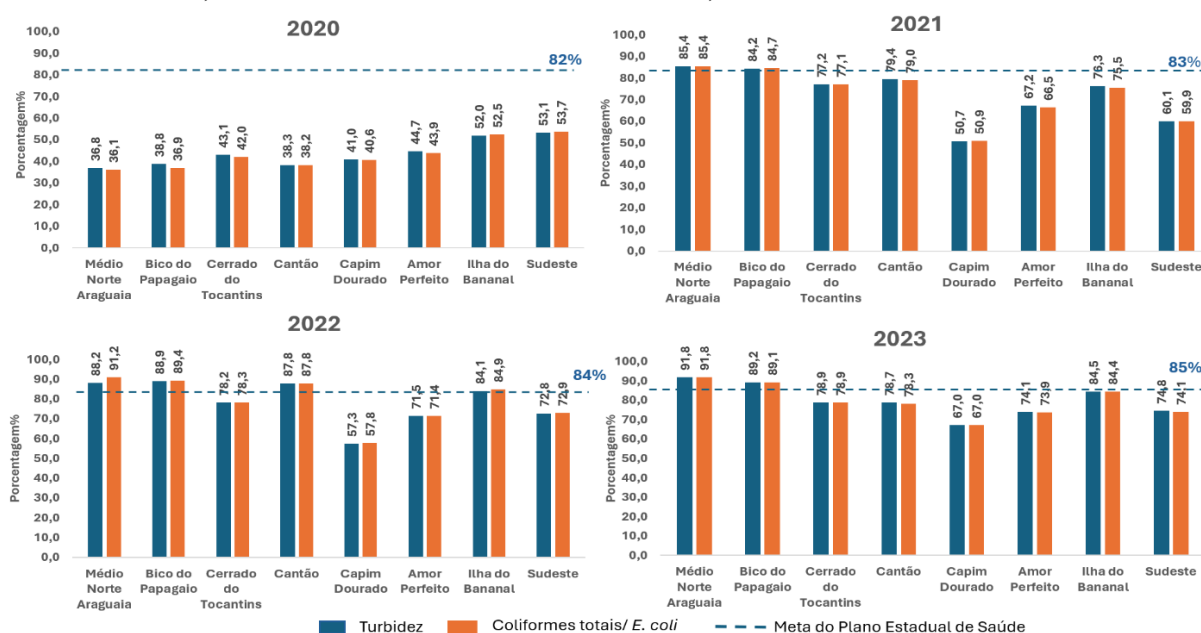
É importante destacar que, conforme a Diretriz do VIGIÁGUA (Brasil, 2016), a análise do parâmetro cloro residual livre deve ser realizado no local imediatamente após a coleta, visando assegurar um resultado mais preciso. Portanto, a análise deste parâmetro não foi observada neste estudo.

Por outro lado, o sistema GAL permitiu identificar que a análise do parâmetro fluoreto não foi conduzida pelo LACEN-TO nos períodos examinados. Na revisão de literatura realizada por Barbosa *et al.* (2019) sobre a vigilância da fluoretação das águas no Brasil, os autores destacam a importância do heterocontrole do flúor ao observar que entre as 10 referências bibliográficas identificadas, apenas uma mostrou-se com 100% de suas amostras atingindo níveis ótimos de concentração de flúor, enquanto os demais estudos apresentaram resultados abaixo ou acima dos limites estabelecidos.

Lacerda *et al.* (2020), ao analisar a concentração da fluoretação das águas nas 10 maiores cidades do Tocantins, constataram que 27,5% das amostras coletadas nestes municípios apresentavam risco alto ou muito alto de fluorose dentária, o que evidencia a necessidade de implementação desta análise pelos órgãos de vigilância.

A Figura 7 mostra o percentual de cumprimento do plano de amostragem básico das regiões de saúde, considerando os parâmetros que o LACEN-TO analisou durante o período de 2020 a 2023 e o alcance das metas estabelecidas para os períodos analisados.

Figura 7 –Perfil comparativo do percentual de Cumprimento do Plano de Amostragem Básico das Regiões de Saúde do Tocantins, e alcance da meta do Plano Estadual de Saúde, 2020-2023.



Fonte: elaborado pela Autora a partir dos dados do GAL, 2024.

Considerando a base de 80% de 2019 para estabelecimento da meta do PES 2020-2023 (Tocantins, 2019), percebe-se que o ano de 2020 houve uma queda no percentual de cumprimento do plano de amostragem de todas as regiões de saúde do Tocantins. Esta redução também foi verificada por Souza *et al.* (2021), ao comparem o quantitativo de amostras de água analisadas do SAA urbano do estado do Tocantins nos períodos de 2015 a 2020 no SISAGUA.

A meta do PES para o ano 2020 era alcançar 82% das análises para os parâmetros turbidez, coliformes totais e *Escherichia coli*. No entanto, ao verificar o percentual de cumprimento do plano de amostragem de cada região de saúde, constatou-se que o Estado alcançou apenas 43,5% da meta quanto ao parâmetro turbidez e 43% quanto ao parâmetro coliformes totais e *Escherichia coli*. A causa para o baixo percentual de cumprimento do plano pelas regiões de saúde, atribui-se à pandemia da doença do novo coronavírus (COVID-19), causada pelo coronavírus tipo 2 da síndrome respiratória aguda grave (SARS-CoV-2),

Em 03 de fevereiro de 2020, o MS publicou a Portaria GM/MS Nº 188, declarando Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional devido à Infecção Humana pelo novo Coronavírus (Brasil, 2020c). Posteriormente, em 18 de março de 2020, o governo do Tocantins emitiu o Decreto Nº 6.070, declarando Emergência no estado devido à pandemia da COVID-19, seguido pelo Decreto Nº 6.071, que estabeleceu medidas preventivas para enfrentar a emergência de saúde no Estado. Essas circunstâncias exigiram ajustes nas programações planejadas, com esforços municipais voltados para o combate à pandemia. Entre as medidas adotadas, destaca-se o afastamento dos técnicos de referência por estarem no grupo de risco ou por atenderem a outras demandas relacionadas à pandemia da COVID-19.

Além disso, no ano 2020, com o surgimento da pandemia, a demanda por testes laboratoriais aumentou significativamente, exigindo uma rápida expansão da capacidade de testagem global. Os laboratórios tiveram que se adaptar para realizar testes para detecção do SARS-CoV-2 em larga escala, sobrecarregando os sistemas de saúde e gerando problemas na disponibilidade de insumos, equipamentos e recursos humanos, direcionando a atenção e a força de trabalho para o combate à pandemia do COVID-19 (Tocantins, 2023c).

Essas situações dificultaram o alcance das metas planejadas, impactando diretamente no cumprimento do plano de amostragem. No ano 2021 foram publicados novos decretos pelo governo do Estado, retomando algumas atividades que estavam suspensas. Mas, foi somente em 22 de abril de 2022, que o MS publicou a Portaria GM/MS Nº 913, declarando o encerramento da Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional em decorrência da infecção humana pelo novo coronavírus (2019-nCoV) e revogando a Portaria GM/MS nº 188, de 3 de fevereiro de 2020 (Brasil, 2022b).

Diante deste cenário, o Tocantins não atingiu a meta estabelecida para o quadriênio 2020 a 2023. No ano de 2021, o Estado precisava alcançar a meta de 83%, no entanto alcançou 72,6% da meta para o parâmetro turbidez e 72,4% para meta coliformes totais e *Escherichia coli*. Já no ano 2022, com a meta do PES de 84%, verificou-se que o alcance estadual de 78,6% para o parâmetro turbidez e 79,2% para coliformes totais e *Escherichia coli*. Em 2023 o percentual atingido pelo estado foi de 79,9% para o parâmetro turbidez e 79,7% para coliformes totais e *Escherichia coli*, sendo que para esse ano a meta estabelecida foi de 85% para ambos os parâmetros.

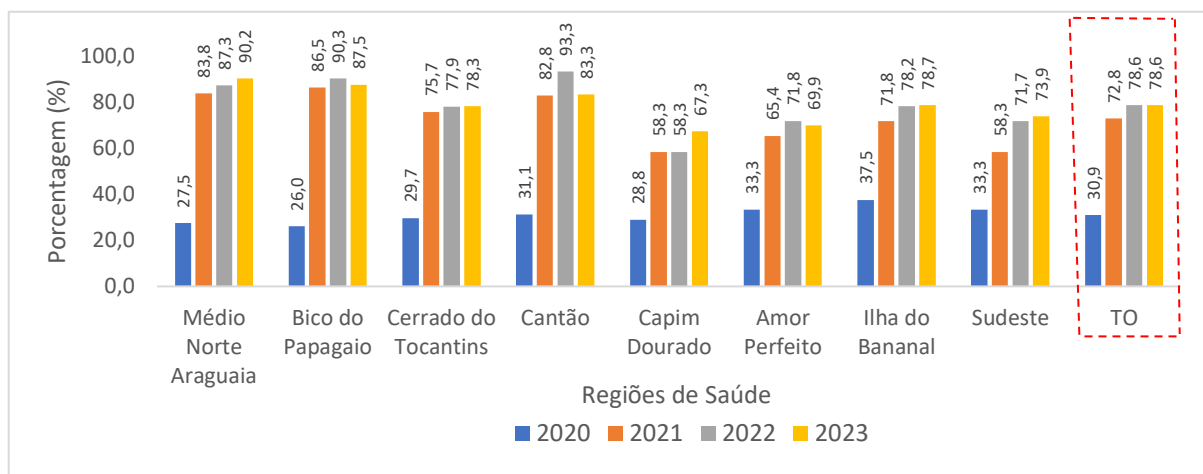
Ao avaliar de forma segregada as regiões de saúde do Estado, percebe-se que mesmo com as dificuldades mencionadas, algumas regiões de saúde conseguiram atingir a meta estabelecida no PES 2020-2023 em alguns anos especificamente. As regiões de saúde Médio Norte Araguaia e Bico do Papagaio destacaram-se por alcançar a meta nos anos de 2021 a 2023 para ambos os parâmetros. Cantão e Ilha do Bananal só alcançaram a meta em 2022, porém, não conseguiram manter em 2023. Logo, observa-se que as regiões de saúde Amor perfeito, Capim Dourado, Cerrado do Tocantins e Sudeste, não atingiram a meta do PES 2020-2023, em nenhum dos períodos analisados. Estes resultados demonstram a necessidade de ações estratégicas, junto aos municípios de cada região de saúde, sobre a importância do cumprimento do Plano de Amostragem Básico para a saúde da população.

5.4 Frequência de monitoramento do Sistema de Abastecimento de Água (SAA) urbano

Por ser o sistema com maior cobertura populacional do Tocantins e por ter o maior número de amostras analisadas pelo LACEN-TO ao longo dos períodos estudados, analisou-se a frequência de monitoramento da qualidade da água do SAA urbano. Os gráficos 2 e 3 demonstram os resultados por regiões de saúde.

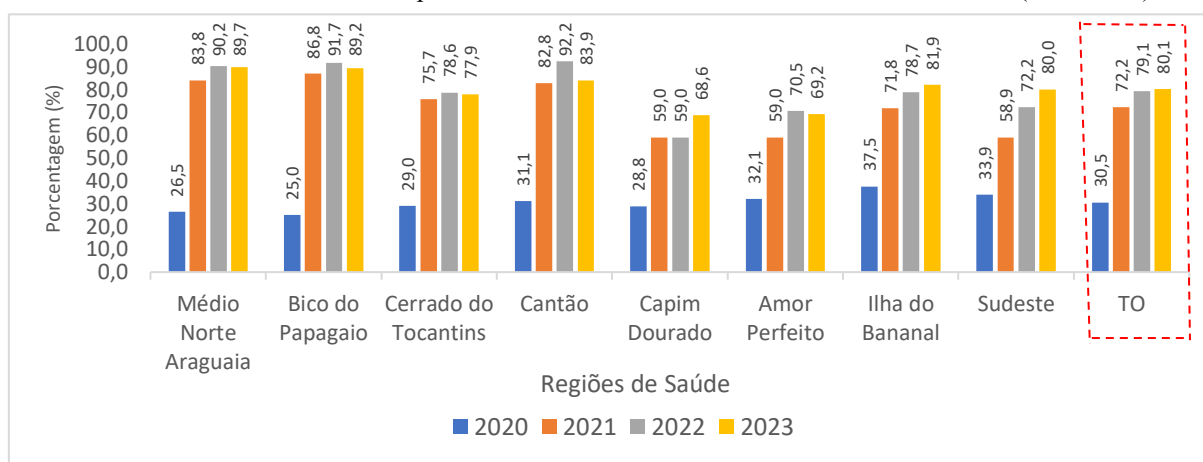
Os resultados foram obtidos por meio da verificação mensal dos parâmetros analisados pelo LACEN-TO no sistema GAL. Para realização do cálculo, foi atribuído o valor de 100% aos municípios que tiveram pelo menos uma amostra do SAA urbano analisada em cada um dos 12 meses de cada ano, ou seja, os municípios que apresentaram amostras analisadas do SAA zona urbana durante todos os meses do ano para um determinado parâmetro, obtiveram 100% de frequência para aquele ano.

Gráfico 2- Percentual de Frequência de Monitoramento da Qualidade da Água nas Regiões de Saúde do Estado do Tocantins: Amostras do SAA Urbano para Análise do Parâmetro de Turbidez (2020-2023).



Fonte: Elaborado pela Autora a partir dos dados do GAL, 2024.

Gráfico 3- Percentual de Frequência de Monitoramento da Qualidade da Água nas Regiões de Saúde do Estado do Tocantins: Amostras do SAA Urbano para Análise do Parâmetro de Coliformes totais e *E.coli* (2020-2023).



Fonte: Elaborado pela Autora a partir dos dados do GAL, 2024.

Nota-se que em 2020, tanto a nível regional quanto estadual, foi registrado o menor percentual de frequência de monitoramento da qualidade da água da forma SAA urbano, o que impactou diretamente o baixo percentual de cumprimento do plano de amostragem básico.

Verificou-se que durante vários meses do ano 2020, não foram realizadas análises de amostras de água para consumo humano do SAA urbano, pelo LACEN-TO, das regiões de saúde. As regiões Amor Perfeito, Cerrado do Tocantins, Ilha do Bananal e Sudeste não tiveram amostras analisadas nos meses de abril, maio, junho, agosto e setembro; Médio Norte Araguaia não teve amostras analisadas em abril, maio, junho, setembro e outubro; Capim Dourado e Cantão não tiveram amostras analisadas em abril, maio, junho, julho, agosto e setembro; Bico do Papagaio não teve análises de amostras de água desse sistema nos meses de abril, maio, junho, agosto, setembro e outubro.

Como discutido anteriormente, as medidas restritivas adotadas com o surgimento da pandemia de COVID-19 e as necessidades de adaptações na organização do LACEN-TO para atender a eminente demanda dos exames de diagnóstico para detecção do SARS-CoV-2, contribuíram para redução nas coletas de amostras de água pelos municípios, consequentemente reduzindo o número de análises nesse período.

No entanto, em 2021 a 2023 houve um aumento nos percentuais de frequência de monitoramento, o que significa uma retomada no sistema de vigilância da qualidade da água tanto a nível municipal e como estadual.

O levantamento no GAL também permitiu verificar os municípios silenciosos, ou seja, aqueles que não encaminharam amostras do sistema SAA urbano durante os períodos analisados. A tabela 02 mostra a quantidade de municípios silencioso por região de saúde, juntamente com o percentual que este quantitativo representa para cada região de saúde.

Tabela 02 – Quantitativo de municípios silenciosos e percentual regional de municípios silenciosos quanto ao envio de amostras de água para consumo humano coletadas no SAA urbano, para o LACEN-TO para análise dos parâmetros turbidez e coliformes totais/*E.coli*, no período de 2020 a 2023.

Região de Saúde	Nº de Municípios	2020		2021		2022		2023	
		Turbidez	Coliformes totais	Turbidez	Coliformes totais	Turbidez	Coliformes totais	Turbidez	Coliformes totais
Amor Perfeito	13	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Bico do Papagaio	24	1 (4,2%)	1 (4,2%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Cantão	15	1 (6,7%)	1 (6,7%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Capim Dourado	13	1 (7,7%)	1 (7,7%)	2 (15,4%)	2 (15,4%)	3 (23,1%)	3 (23,1%)	1 (7,7%)	1 (7,7%)
Cerrado do Tocantins	23	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (4,3%)	1 (4,3%)	2 (8,7%)	2 (8,7%)
Ilha do Bananal	18	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (5,5%)	1 (5,5%)
Médio Norte Araguaia	17	1 (5,9%)	1 (5,9%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Sudeste	15	0 (0%)	0 (0%)	2 (13,3%)	2 (13,3%)	1 (6,7%)	1 (6,7%)	0 (0%)	0 (0%)
Tocantins	138	5 (3,6%)	5 (3,6%)	4 (2,9%)	4 (2,9%)	5 (3,6%)	5 (3,6%)	4 (2,9%)	4 (2,9%)

Fonte: Elaborado pela Autora a partir dos dados do GAL, 2024.

Dentre as regiões de saúde que apresentaram municípios silenciosos, chama atenção a região Capim Dourado que apresentou o maior número de municípios silenciosos quanto ao envio de amostras do SAA urbano ao longo de 2020 a 2023.

Os municípios silenciosos em cada região de saúde do Tocantins foram: Babaçulândia (2020) na região Médio Norte Araguaia; Axixás do Tocantins (2020) na região Bico do Papagaio; Itaporã do Tocantins (2022 e 2023) e Colmeia (2023) na região Cerrado do Tocantins; Lagoa da Confusão (2020) na região Cantão; São Félix do Tocantins (2020), Lizarda e Miranorte (2021 e 2022) e Novo Acordo (2022 e 2023) na região Capim Dourado;

Sandolândia (2023) na região Ilha do Bananal; e Arraias (2021) e Taipas do Tocantins (2021 e 2022) na região Sudeste.

Os dados revelaram que, apesar de a região de saúde Amor Perfeito não apresentar uma frequência mensal regular no envio das amostras de água do SAA urbano, conforme demonstrado nos gráficos 1 e 2, foi a única região do Estado em que todos os municípios participaram do Programa VIGIÁGUA encaminhando amostras desse sistema em todos os anos analisados por este estudo.

De acordo com a Portaria GM/MS 888/2021 é atribuição do município o exercício da vigilância da qualidade da água em sua área de competência no Programa VIGIÁGUA e na Diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância da qualidade da água para consumo humano (Brasil, 2021).

O MS deixa claro que o controle da qualidade da água, realizado pela entidade operadora do SAA e sua vigilância pelos órgãos de saúde pública são essenciais para proteger a saúde dos consumidores, pois fatores imprevisíveis, como problemas penetração de contaminantes diversos nos reservatórios públicos e ausência de manutenção na rede distribuidora, podem afetar o sistema de abastecimento impondo riscos à saúde (Brasil 2006).

Diante desse contexto, torna-se evidente a necessidade de intervenções específicas e direcionadas para garantir a adequada participação de todos os municípios na vigilância da qualidade da água para consumo humano, visando garantir a segurança da saúde da população tocaninense.

5.5 Análise dos Resultados Parâmetros de Potabilidade da Qualidade da Água encontrados pelo LACEN-TO

No sistema GAL, foram verificadas as metodologias utilizadas nos procedimentos de análise, bem como os resultados dos parâmetros de potabilidade analisados pelo LACEN-TO no período de 2020 a 2023.

Para a análise de turbidez da água, o LACEN-TO adotou o método nefelométrico, conforme estabelecido na Portaria GM/MS Nº 888/2021. Esse método, fundamentado nas diretrizes dos "*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*" e compara a intensidade da luz dispersa pela amostra com a de uma suspensão padrão, expressando a turbidez em unidades nefelométricas de turbidez (UNT). O limite máximo permitido para turbidez em água potável é de 5 UNT.

Na tabela 3, a seguir, verifica-se o número absoluto das amostras de água analisadas quanto ao parâmetro turbidez e o percentual, com o respectivo intervalo de confiança de 95% (IC95%) das amostras que apresentaram resultados insatisfatórios, ou seja, aqueles que apresentaram valor de turbidez acima de 5UNT.

Tabela 3– Percentual de amostras do Sistema de Abastecimento (SAA), área urbana, num intervalo de 95% de confiança, das Regiões de Saúde do Tocantins, que apresentaram resultado insatisfatório para o parâmetro turbidez, analisadas pelo LACEN-TO no período 2020 – 2023.

Regiões de Saúde	Número de amostras analisadas para o parâmetro turbidez	Amostras com resultado insatisfatório para turbidez % (IC95%)
Amor Perfeito	2613	1,19 (1,04 - 1,34)
Bico do Papagaio	5190	1,62 (1,55 - 1,69)
Cantão	3699	1,11 (1,03 - 1,19)
Capim Dourado	2213	0,81 (0,76 - 0,85)
Cerrado Tocantins	5093	1,73 (1,44 - 2,02)
Ilha do Bananal	4117	1,09 (1,00 - 1,18)
Médio Norte Araguaia	5352	1,51 (1,42 - 1,59)
Sudeste	3099	1,63 (1,50 - 1,77)
TOCANTINS	31376	1,40 (1,27 – 1,53)

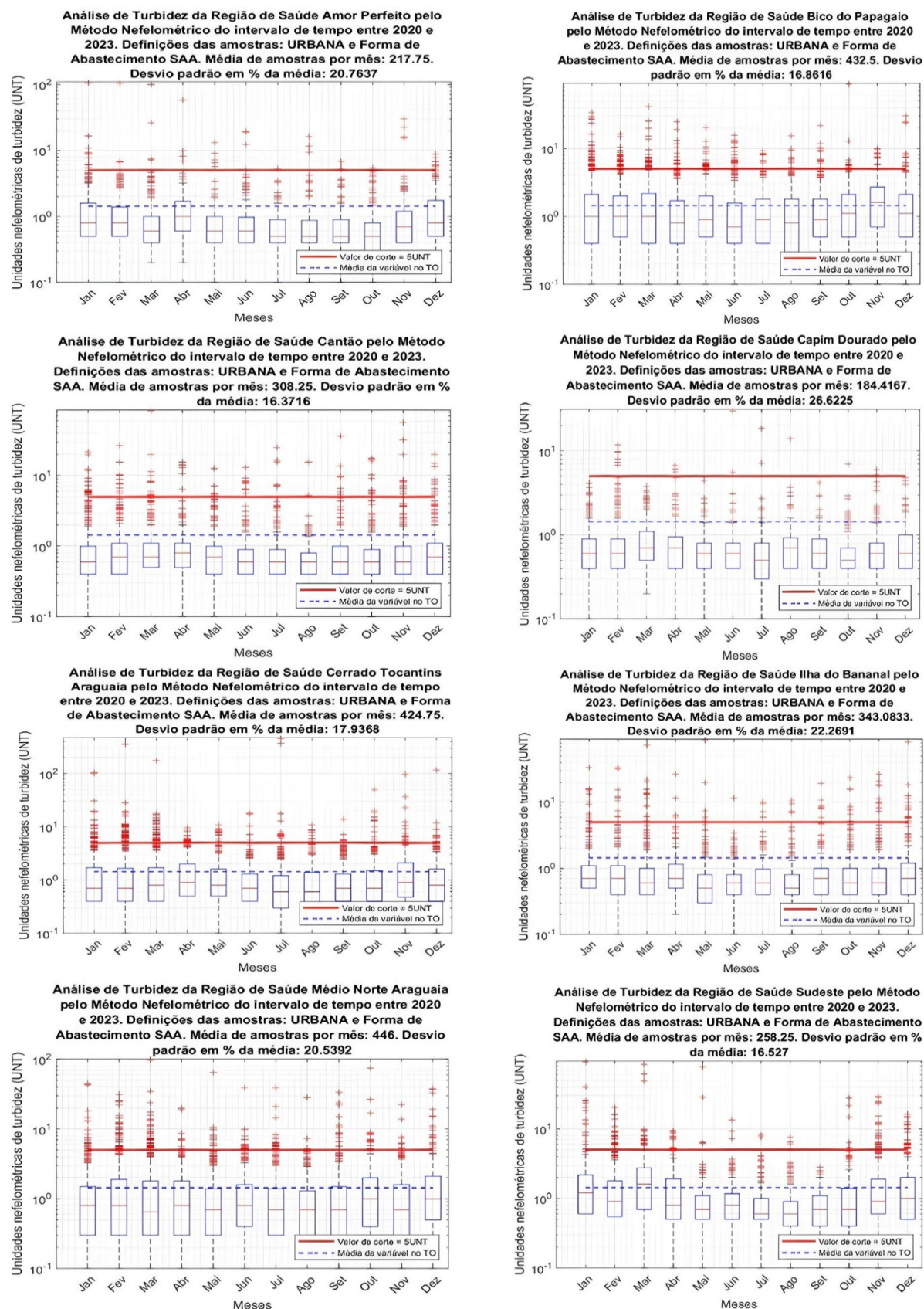
Fonte: Elaborado pela Autora a partir dos dados do GAL, 2024.

Observa-se que a região de saúde Capim Dourado apresentou o menor percentual (0,81%) de amostras com resultados insatisfatórios para o parâmetro turbidez, indicando que das 2.213 amostras analisadas, 18 amostras não atenderam ao padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria GM/MS 888/2021. Já a região Cerrado do Tocantins apresentou o percentual mais elevado (1,73%), o que corresponde a 88 amostras das 5093 amostras analisadas, com resultados fora do padrão estabelecido pela legislação para o parâmetro mencionado.

A ocorrência de turbidez acima de 5,0 UNT ao longo de 2020 a 2023, foi detectada em 1,40% das amostras de água analisadas em todo o território tocantinense, sendo por essa razão consideradas impróprias para o consumo.

Na Figura 8, são observadas variações nos valores de turbidez nas diferentes regiões de saúde. A sazonalidade é um fator determinante que influencia diretamente a turbidez da água, especialmente em um Estado localizado no norte do país, onde há uma clara alternância entre a estação chuvosa e a estação seca ao longo do ano. Assim, é possível identificar padrões específicos de turbidez que correspondem às diferentes épocas do ano em algumas regiões de saúde.

Figura 8 – Variação dos Resultados de Análises de Turbidez em Amostras de Água para Consumo Humano nas Regiões de Saúde do Tocantins ao Longo dos Meses de 2020 a 2023.



Fonte: Elaborado pela Autora a partir dos dados do GAL, 2024.

Notou-se que, nos meses de janeiro a abril e de novembro a dezembro, houve uma elevação nos valores da turbidez em algumas regiões em comparação com os demais meses do ano, como por exemplo, nas regiões de saúde Amor Perfeito, Cerrado do Tocantins, Médio Norte Araguaia e Sudeste. Esses períodos coincidem com a estação chuvosa no Estado.

Segundo Scalize *et al.* (2014) a qualidade da água distribuída à população é influenciada, em termos de turbidez, pelo período chuvoso devido ao aumento no escoamento superficial e na quantidade de sedimentos transportados para os corpos d'água. Entretanto, a média da variável no estado, esteve abaixo de 5UNT ao longo de todos os meses dos anos analisados, indicando que 98,6% das amostras de água para consumo humano fornecidas pelo SAA urbano encontra-se dentro dos padrões de potabilidade exigido pela legislação.

Quanto a análise microbiológica, o LACEN-TO utilizou uma metodologia preconizada pela Portaria GM/MS Nº 888/2021, especificamente o método 9223 B - substrato cromogênico, do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*). De acordo com Coelho (1988) permitindo a detecção simultânea de coliformes totais e *Escherichia coli*. O método usa indicadores que são metabolizados por enzimas específicas dessas bactérias. A presença de coliformes totais é indicada pela mudança de cor para amarelo, e a presença de *Escherichia coli* é confirmada pela fluorescência azul sob luz ultravioleta.

Na tabela 4, a seguir, verifica-se o número absoluto de amostras que foram analisadas quanto ao parâmetro Coliformes totais e *Escherichia coli* e o percentual, com o respectivo intervalo de confiança de 95%, das amostras que apresentaram resultados positivos para presença dessas bactérias.

Tabela 4 – Percentual de amostras do Sistema de Abastecimento (SAA), área urbana, num intervalo de 95% de confiança, das Regiões de Saúde do Tocantins que apresentaram resultado positivos para a presença de coliformes totais e *Escherichia coli*, analisadas pelo LACEN-TO no período 2020 – 2023.

Regiões de Saúde	Número de amostras analisadas para o parâmetro coliformes totais	Amostras com resultados positivos para presença de coliformes totais % (IC95%)	Amostras com resultados positivos para presença de <i>Escherichia coli</i> % (IC95%)
Amor Perfeito	2595	20,04 (18,50 - 21,58)	3,12 (2,45 - 3,79)
Bico do Papagaio	5182	17,43 (16,39 - 18,46)	3,40 (2,90 - 3,89)
Cantão	3683	19,93 (18,64 - 21,22)	4,51 (3,84 - 5,18)
Capim Dourado	2215	12,14 (10,78 - 13,51)	1,85 (1,29 - 2,41)
Cerrado Tocantins	5072	15,16 (14,17 - 16,15)	2,72 (2,27 - 3,17)
Ilha do Bananal	4120	15,29 (14,19 - 16,39)	2,21 (1,76 - 2,66)
Médio Norte Araguaia	5390	11,06 (10,22 - 11,89)	1,82 (1,46 - 2,17)
Sudeste	3099	16,52 (15,21 - 17,83)	3,84 (3,16 - 4,52)
Tocantins	31356	15,73 (15,33 – 16,13)	2,9 (2,72 – 3,1)

Fonte: Autora a partir dos dados do GAL, 2024.

A região Amor Perfeito apresentou o maior percentual de positividade para presença de coliformes totais, das 2.595 amostras analisadas, 520 amostras foram positivas para coliformes totais, o que corresponde a 20,04%, das amostras. Em seguida, Cantão está como segunda colocada 19,93%, das 3.683 amostras analisadas desta região, 734 foram positivas para este parâmetro. O menor percentual foi observado na região Médio Norte Araguaia, com 11,06%.

O Anexo I da Portaria GM/MS Nº 888/2021, considera o parâmetro coliformes totais como indicador da eficiência de tratamento e da condição de operação e manutenção do sistema de distribuição de SAA, estabelecendo que sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes, apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês pelo responsável pelo sistema ou por solução alternativa coletiva de abastecimento de água, poderá apresentar resultado positivo para coliformes totais. Já para os sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes, ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês pelo responsável pelo sistema ou por solução alternativa coletiva de abastecimento de água (Brasil, 2021).

Considerando a avaliação do índice bacteriológico da vigilância da qualidade da água instituído pelo Ministério da Saúde (Brasil, 2006), os resultados das análises das amostras de água para parâmetro coliformes totais indicam que apenas 84,27% das amostras de água do Tocantins estão em conformidade com o padrão de potabilidade estabelecido pela legislação. Segundo Macedo (2003) a presença de coliformes na água indica poluição, com o risco potencial da presença de microrganismos patogênicos e sua ausência é evidência de uma água bacteriologicamente potável, uma vez que são mais resistentes na água que as bactérias patogênicas de origem.

Além disso, este estudo verificou que 2,9% das amostras água de consumo humano provenientes do SAA urbano, das regiões de saúde do estado do Tocantins, apresentaram-se impróprias para o consumo, sendo Cantão a região de saúde que apresentou o maior percentual (4,51%) e Médio Norte Araguaia a que apresentou o menor percentual (1,82%) de amostras contaminadas.

De acordo com a legislação, no sistema de distribuição e pontos de consumo não é permitido a presença de *Escherichia coli* em 100mL de água, pois é indicativa de contaminação de origem fecal recente, podendo representar risco para a saúde da população que a utiliza. A OMS destaca que apesar de estar presente em grande número na flora intestinal de humanos e animais, sem causar danos, as variações patogênicas da cepa podem vir a desencadear infecções

mais graves, tanto no intestino, provocando diarreias agudas, como no trato urinário e até bacteremia (WHO, 2011).

No anexo B e C pode ser visualizado quantidade de amostras analisadas e os percentuais de amostras com resultados fora e dentro dos padrões estabelecidos pela legislação de cada região de saúde para os parâmetros bacteriológicos, coliformes totais e *Esherichia coli*, respectivamente.

Diante dos resultados apresentados, é evidente a necessidade urgente de implementar medidas eficazes para garantir a segurança hídrica e a saúde da população. Para isso, é fundamental intensificar a fiscalização através de uma vigilância rigorosa do controle da qualidade da água, assegurando que todas as etapas de tratamento e distribuição sejam monitoradas de forma contínua e eficiente. Essas ações são essenciais para prevenir doenças de origem hídrica e garantir que a água fornecida à população atenda aos padrões de qualidade estabelecidos pelos órgãos competentes.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em consideração os objetivos deste estudo sobre a qualidade da água de consumo humano do Tocantins, foi possível compreender como o Estado monitora a qualidade da água distribuída à população e fazer considerações a partir dos resultados do sistema GAL.

Foi detectado uma limitação no sistema GAL do LACEN-TO modo ambiental, o qual não permite a emissão de relatórios de análises anuais, estes são emitidos apenas trimestralmente, o que dificulta o processo de levantamento de dados para análises epidemiológicas. Mas, apesar das dificuldades encontradas, foi possível atingir os objetivos desejados.

Verificou-se que o SAA urbano foi a forma de abastecimento de água com maior número de amostras de água analisadas pelo LACEN-TO durante o período 2020 a 2023. Estes dados são importantes, porque a legislação exige que locais com maior circulação de pessoas sejam monitorados, tendo em vista que estão mais vulneráveis a surtos e doenças causados pelo consumo de água contaminada.

No entanto, observou-se dificuldades relacionadas ao cumprimento do Plano de Amostragem Básico por alguns municípios das regiões de saúde do Tocantins, durante os períodos estudados. O percentual de cumprimento foi mais crítico durante o ano 2020 devido à pandemia da Covid-19. Apesar de algumas regiões de saúde terem atingido a meta estabelecidas nos anos posteriores, outras não conseguiram, o que impactou no cumprimento do Plano de

Amostragem Básico. Além disso, percebeu-se que alguns municípios das diversas regiões de saúde do Estado não foram frequentes e outros foram “silenciosos” quanto ao envio de amostras do SAA coletadas na zona urbana.

Dessa forma, considera-se necessária a realização de ações direcionadas pelas autoridades públicas estaduais em conjunto com os municípios para garantir o pleno cumprimento do Plano de Amostragem Básico, considerando a necessidade do monitoramento da qualidade da água para garantia da segurança da saúde da população. Além disso, investimentos adicionais no LACEN-TO são necessários para ampliar as metodologias atualmente realizadas, pois alguns parâmetros da Portaria vigente, como o flúor, não estão sendo monitoradas, e este acompanhamento é fundamental para proteção da saúde da população.

Em relação as análises dos resultados dos parâmetros de potabilidade, este estudo apontou para desafios significativos relacionado a qualidade da água para consumo humano distribuído pelo SAA à população do Estado. Apesar dos resultados apresentarem um baixo percentual de amostras insatisfatórias para a turbidez, houve percentual considerável de amostras contaminadas por coliformes totais nas regiões de saúde, o que indica deficiência no tratamento ou problemas no sistema de distribuição da água. Adicionalmente, foi detectada a presença de *Escherichia coli*, o que não é permitido pela legislação, dada sua associação com a contaminação fecal e seu sério risco à saúde pública.

Todos esses resultados reforçam que, embora o SAA urbano seja um sistema de distribuição de água potável, no qual os responsáveis pelo sistema realizam o controle da qualidade da água, ainda assim, é fundamental ser monitorado. Isso garante que medidas corretivas sejam prontamente implementadas em casos de desvios dos padrões sem prejuízo para a saúde da população. Paralelamente, é necessário promover uma maior conscientização sobre a importância da conservação dos recursos hídricos e a adoção de práticas sustentáveis de uso da água. Apenas com uma abordagem integrada, envolvendo governo, setor privado e sociedade civil, podemos enfrentar os desafios da qualidade da água e garantir uma água potável segura para a população do Tocantins.

Diante da situação constatada sugere-se a fomentação da educação permanente junto aos municípios visando a redução das inconformidades evidenciadas neste estudo. Intensificar as supervisões *in loco* pela vigilância estadual nos municípios silenciosos. Fortalecer a comunicação da gestão municipal do VIGIAGUA com as concessionárias de abastecimento de água.

7 PRODUÇÃO TÉCNICA

Foi elaborado, como produto técnico, um vídeo com o intuito de capacitar os profissionais dos municípios sobre a coleta, acondicionamento e transporte adequado das amostras de água para consumo humano, o qual foi disponibilizado aos municípios por meio das redes sociais (Apêndice A). A correta execução do procedimento de coleta de amostras de água para consumo humano é essencial para garantir a qualidade analítica dos resultados, pois procedimentos inadequados não apenas comprometem os resultados das análises, mas também podem desencadear uma série de prejuízos para uma determinada população, dado que as medidas corretivas são baseadas nesses resultados.

Além disso, em 27 de maio de 2024, foi publicado no livro Saúde Tocantins 2023, o capítulo 11 intitulado "Análise do impacto da COVID-19 na vigilância laboratorial das doenças e agravos de interesse em saúde pública do Tocantins". Este capítulo destaca os impactos da pandemia nas análises das amostras de água do Programa VIGIÁGUA no LACEN-TO (Apêndice B).

REFERÊNCIAS

APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation, Woshington, 21 ed., 2005.

BATALHA, B. H. L. **Água potável: o imperativo da atualização**. São Paulo: Cetesb, 1999

BRASIL. Base Legislação da Presidência da República - Decreto nº 79.367 de 09 de março de 1977. Disponível em:

<https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=DEC&numero=79367&ano=1977&ato=45dUTUq10drRVTb75>. Acesso em: 11 de mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 36, de 19 de janeiro de 1990. Aprova Normas e o Padrão de Potabilidade de água para consumo humano em todo território nacional. **Diário Oficial da União**: Seção I, Brasília, DF, 1990.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Lei n. 9.433: Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União**: seção1, Brasília, DF, 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.031 de 23 de setembro de 2004. Dispõe sobre a organização do Sistema Nacional de Laboratórios de Saúde Pública. **Diário Oficial da União**: seção1, Brasília, DF, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.606 de 28 de dezembro de 2005. Classifica os Laboratórios Centrais de Saúde Pública e institui seu fator de incentivo. **Diário Oficial da União**: seção1, Brasília, DF, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf. Acesso em: 01 de fev. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. **Diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde; 2016. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretriz_nacional_plano_amostragem_agua.pdf. Acesso em: 01 de fev. 2024

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017**. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. **Diário Oficial da União**: seção1, Brasília, DF, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. **Diretriz para atuação em situações de surtos de doenças e agravos de veiculação hídrica**. Brasília: Ministério da Saúde, 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Saúde Ambiental, do Trabalhador e Vigilância das Emergências em Saúde Pública. **Indicadores institucionais do Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para consumo humano – 2018**. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Saúde Ambiental, do Trabalhador e Vigilância das Emergências em Saúde Pública. – Brasília: Ministério da Saúde, 2020a. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/indicadores_programa_nacional_qualidade_agua_2018.pdf. Acesso em: 14 de jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, p. 1, 16 jul. 2020b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabonete do Ministro. Portaria nº 188, de 3 de fevereiro de 2020. Declara Emergência em Saúde Pública de importância Nacional (ESPIN) em decorrência da Infecção Humana pelo novo Coronavírus (2019-nCoV). **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 2020c.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria nº 888, de 4 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Doenças Diarreicas Agudas**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2022a. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dda/situacao-epidemiologica>). Acesso em: 12 de mar. de 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria nº 913, de 22 de abril de 2022. Declara o encerramento da Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (ESPIN) em decorrência da infecção humana pelo novo coronavírus (2019-nCoV) e revoga a Portaria GM/MS nº 188, de 3 de fevereiro de 2020. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 2022b.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia de Vigilância em Saúde**. Brasília: Ministério da Saúde: Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente, v.1, 6ª ed. 2023.

CAMPOS, C. O sanitarista, a cidade e o território a trajetória de Geraldo Horácio de Paula Souza em São Paulo. 1922 – 1927. *PosFAUUSP*, v. 11, p. 74 - 89. 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2317-2762.v11i0p74-89>. Acesso em: 03 de fev. 2024.

COELHO, D. L.; PIMENTEL, I. C.; BREUX, M. R. Uso do método do substrato cromogênico para quantificação do número mais provável de bactérias do grupo coliforme em águas minerais envasadas. **Bol. CEPPA**, Curitiba, v. 16, p.45-54, 1998.

COUTINHO, D. C. M.; SANTOS, R. O processo de regionalização do SUS Tocantins: desafios e perspectivas. **Serviço Social e Saúde**, Campinas, SP, v. 22, n. 00, p. e023007, 2023.

CRITTENDEN, J.C.; TRUSSELL, R.R.; HAND, D. W.; HOWE, K.J.; TCHOBANOGLIOUS, G. **MWH's water treatment: principles and design**. John Wiley & Sons, 2012. Disponível em: https://www.academia.edu/39789094/MWHs_Water_Treatment. Acesso em: 15 de abr. 2024.

FABER, M. **A Importância dos rios para as primeiras civilizações**. História Ilustrada. 1ª edição, vol. 2, 2011. Disponível em: http://www.historialivre.com/antiga/importancia_dos_rios.pdf. Acesso em: 05 de janeiro de 2024.

FAVRETTO, M.; LAGNI, S.; PADUA, R. Implantação dos Sistemas de Informação Gal-Ambiental e Sisagua no Laboratório Regional de Passo Fundo IPB-LACEN-RS/FEPPS – 6ª Coordenadoria Regional de Saúde do RS (CRS): uma Trajetória Exitosa para a Saúde Pública do RS. **Boletim Epidemiológico**, Rio Grande do Sul, v.17, mar. /jun. 2015. Disponível em < https://docs.bvsalud.org/biblioref/2020/11/1128883/v-17-n-1-n-2-mar-jun-2015-pag-15-16-ses-rs_5.pdf>. Acesso em: 16 de mar. 2024.

FERREIRA, D. C.; GRAZIELE, I.; MARQUES, R. C.; GONÇALVES, J. Investment in drinking water and sanitation infrastructure and its impact on waterborne diseases dissemination: The Brazilian case. **Science of the Total Environment**, v. 779, p. 14279, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721013474?via%3Dihub#ab0005>. Acesso em: 15 de mar. 2024.

FERREIRA, C. T.; SILVEIRA, T. R. Hepatites virais: aspectos da epidemiologia e da prevenção. **Revista Brasileira de epidemiologia**, v. 7, p. 473-487, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.org/pdf/rbepid/2004.v7n4/473-487/pt>. Acesso em: 16 de jun. 2024.

FREITAS, M. B; FREITAS, C. M. A vigilância da qualidade da água para consumo humano – desafios e perspectivas para o Sistema Único de Saúde. **Revista Ciência e Saúde Coletiva**, v.10, n. 04, p. 993-1004, out. /dez. 2005. Disponível em: <https://arca.fiocruz.br/handle/icict/34432>. Acesso em: 16 de mar. 2024

FORMAGGIA, D. M. E.; DE SOUZA, R. M. G. L. **Legislação brasileira de potabilidades de água para consumo humano: evolução e involução**. Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano. 2021. Disponível em: <https://tratamentodeagua.com.br/artigo/legislacao-brasileira-potabilidade-agua-evolucao/>. Acesso: 16 de mar. 2024.

GOUVEIA, N. Saúde e meio ambiente nas cidades: os desafios da saúde ambiental. **Saúde e Sociedade**, v. 8, n. 1, p. 49-61, 1999. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/sausoc/article/view/7031>. Acesso em 15 de mar. 2024

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Painel Saneamento Brasil**. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/localidade?id=1>. Acesso em: 18 fev. 2024.

SOUZA, C. M. N.; COSTA, A. M.; MORAES, L. R.; FREITAS, C. M. **Saneamento: promoção da saúde, qualidade de vida e sustentabilidade ambiental**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2015.

LACERDA, A. P. A. G.; OLIVEIRA, N. A.; PINHEIRO, H. H. C.; ASSIS, K. M. L.; CURY, J. A. Fluoretação da água dos dez maiores municípios do estado do Tocantins, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, p. 1507-1518, 2020. Disponível em: <https://cienciaesaudecoletiva.com.br/artigos/fluoretacao-da-agua-dos-dez-maiores-municipios-do-estado-do-tocantins-brasil/16932?id=16932>. Acesso em: 23 de mai. 2024

LANDA, G. G.; DOS SANTOS, A. V.; ALVES, A.; BONFIM, C.; NERIS, R. A. Avaliação do uso do cercamento como método de preservação de nascentes e da qualidade dos mananciais. **Acta Biologica Brasiliensia**, v.2, n.1, 2019.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos da qualidade de água**. Campinas – SP: Editora Átomo, 3º ed, 2010.

LIEBMANN, H. **Terra um Planeta inabitável? Da antiguidade até os nossos dias toda a trajetória poluidora da humanidade**. Tradução: Flávio Meurer. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 1979. 181p.

MACÊDO, J. A. B. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. (2a ed.), Ed. Conselho Regional de Química. 450p. 2003.

MAGALHÃES, J. C. **Emancipação político-administrativa de municípios no Brasil**. 2007. Disponível em:

https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/Capitulo1_30.pdf. Acesso em: 16 de mar. 2024.

MEDEIROS, V.; RIBEIRO, R.S.M.; AMARAL, P.V.M. Infrastructure and household poverty in Brazil: a regional approach using multilevel models. **World Dev.**, v. 137, p. 105118, 2021. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0305750X2030245X>. Acesso em: 19 de mar. 2024.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Sistema Nacional de Laboratórios de Saúde Pública**. 2024a. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/sislab>. Acesso em: 25 de abr. 2024.

MOTTA, M. B., NEUMANN, E. Avaliação de perigos e categorização de risco microbiológico em um sistema de tratamento e distribuição de água localizado em um município do interior de Minas Gerais, Brasil. **Revista Ambiente e Água**. Minas Gerais, v.15, n.3, e2450. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/xDPkVgnkT4g48J6KCPCPp6B/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 16 de mar. 2024.

NETTO, J. M. A. Cronologia dos serviços de esgotos, com especial menção ao Brasil. **Revista do Departamento de Águas e Esgotos de São Paulo**, São Paulo, n. 33, p. 15-19, 1959. Disponível em: <http://revistadae.com.br/site/artigo/704-Cronologia-dos-servicos-de-esgotos,-com-especial-mencao-ao-Brasil>. Acesso em 15 de jan. 2024.

NOVA, F. V. P. V.; TENÓRIO, N. B. Doenças de Veiculação Hídrica Associadas à Degradação dos Recursos Hídricos, Município de Caruaru - PE. **Caminhos de Geografia**, v. 20, n. 71, p. 250–264, 29 ago. 2019.

NICK, S. T.; MOHEBBI S.R.; HOSSEINI S.M.; MIRJALALI H.; ALEBOUYEH M. Monitoring of rotavirus in treated wastewater in Tehran with a monthly interval, in 2017-2018. **Journal of Water and Health**, v. 18, p.1065-1072, 2020. Disponível em: <https://iwaponline.com/jwh/article/18/6/1065/77607/Monitoring-of-rotavirus-in-treated-wastewater-in>. Acesso em: 26 de mar. 2024.

OLIVEIRA, J. C.; GUILLEN, R. D. M.; SILVA, D. S. Portaria nº 888, de 04 de maio de 2021 do ministério da saúde: o ponto de partida para enfrentamento aos contaminantes emergentes. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 8, p.30890-30901, 2022. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/47084>. Acesso em: 12 de fev. 2024.

OLIVEIRA JÚNIOR, A. D.; MAGALHÃES, T. D. B.; MATA, R. N. D.; SANTOS, F. S. G. D.; OLIVEIRA, D. C. D.; CARVALHO, J. L. B. D.; ARAÚJO, W. N. D. Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua): características, evolução e aplicabilidade. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 28, p. e2018117, 2019. Disponível em: <http://scielo.iec.gov.br/pdf/ess/v28n1/2237-9622-ess-28-01-e2018117.pdf>. Acesso em: 15 de jul. 2024

ONU. **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. 2015**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 08 de jan. de 2024.

PAULA, F. J. D.; MATTA, A. S. D. D.; JESUS, R. D.; GUIMARÃES, R. P.; SOUZA, L. R. D. O.; BRANT, J. L. Sistema Gerenciador de Ambiente Laboratorial - GAL: Avaliação de uma ferramenta para a vigilância sentinela de síndrome gripal, Brasil, 2011-2012. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 26, n. 2, p. 339–348, mar. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ress/a/nxfVp9nz9dRydvmMjtVcgyg/?lang=pt>. Acesso em: 10 de jun.2024

UNESCO - United Nations Educational, Scientific And Cultural Organization. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2021**. O valor da água. UNESCO. 2021. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375751_por. Acesso em: 20 de mar. de 2024.

REGO, F. M. **Qualidade higiênico-sanitária das águas utilizadas em Unidades de Alimentação e Nutrição Hospitalares da Rede Pública do Distrito Federal** - Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Nutrição Humana, Universidade de Brasília, Faculdade de Ciências da Saúde. Brasília, DF, 2006.

REALI, M. A. P.; PAZ, L. P. S.; DANIEL, L. A. Tratamento de água para consumo humano. Engenharia Ambiental: conceitos, tecnologia e gestão. Tradução. Rio de Janeiro: **Elsevier**, 2013. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/00247238>. Acesso em: 10 jul. 2024.

RIBEIRO, M. C. M. Nova Portaria de potabilidade de água: Busca de consenso para viabilizar a melhoria da qualidade de água potável distribuída no Brasil. **Revista DAE**, São Paulo, n.189, p. 8-14, 2012. Disponível em: https://revistadae.com.br/downloads/Revista_DAE_Edicao_189.pdf. Acesso em: 15 de abr. 2024.

SANTANA, L. A.; OLIVEIRA, S. P.; ANTÔNIO, V. E.; CASTRO, A. S. B.; MIGUEL, P. S. B.; MOREIRA, T. R. Febre Tifóide: revisão para prática clínica. **Revista Científica UNIFAGOC**, 2021. Disponível em: <https://revista.unifagoc.edu.br/index.php/saude/article/view/709/786>. Acesso em: 23 de fev. 2024.

SNOW, J. **Sobre a maneira de transmissão da cólera**. São Paulo: Hucitec; Rio de Janeiro: Abrasco, p. 249, 1999.

SOUZA, A. R., AGNOLIN, G. F.; BRITO, M. R.; OLIVEIRA SILVA, S. L. Análise da qualidade da água para consumo humano de soluções alternativas coletivas e a ocorrência de doenças de veiculação hídrica no estado do Tocantins. **Revista De Engenharia E Tecnologia**, v. 14, n. 4, 2022. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/20678>. Acesso em: 17 de mar. 2024.

TOCANTINS, Secretaria de Saúde. Assessoria de Comunicação. **Sistema de laudos online é implantado em mais três municípios do Tocantins**, 2010. Disponível em: <https://www.to.gov.br/secom/noticias/sistema-de-laudos-online-e-implantado-em-mais-tres-municipios-do-tocantins/34gdxgszgh5b>. Acesso em: 21 de abr. de 2024.

TOCANTINS. Secretaria de Saúde. Vigilância da Qualidade da Água. **Fluxo de Operacionalização da Vigilância da Qualidade da Água nos Municípios do Estado do Tocantins** 2018. Disponível em: <https://central.to.gov.br/download/101792>. Acesso em: 18 de mar. 2024.

TOCANTINS. Secretaria da Saúde. Gabinete do Secretário. Superintendência de Gestão e Acompanhamento Estratégico. **Plano Estadual de Saúde 2020-2023**. Secretaria de Estado da Saúde, Superintendência de Gestão e Acompanhamento Estratégico. Palmas: Secretaria de Estado da Saúde, 2019. Disponível em: <https://www.to.gov.br/saude/pes-plano-estadual-de-saude/3rwymntil2s2>. Acesso em: 23 de mai. 2024

TOCANTINS. Governo do Tocantins. Secretaria Estadual da Saúde. **Decreto n. 6.070, de 18 de março de 2020**. Declara Situação de Emergência no Tocantins em razão da pandemia da COVID-19 (novo Coronavírus), e adota outras providências. **Diário Oficial do Tocantins**. 2020a.

TOCANTINS. Governo do Tocantins. Secretaria Estadual da Saúde. **Decreto n. 6.071, de 18 de março de 2020**. Determina ação preventiva para o enfrentamento da pandemia da COVID-19 (novo Coronavírus). **Diário Oficial do Tocantins**. 2020b.

TOCANTINS. Secretaria Estadual da Saúde. **Boletim Informativo: Vigilância em Saúde do Trabalhador e vigilância em Saúde Ambiental**. Tocantins. 2021. Disponível em: <https://central.to.gov.br/download/249300>. Acesso em: 12 de fev. 2024.

TOCANTINS. Governo do Tocantins. **Regionalização da Saúde Tocantins - História e Mapas**. Secretaria de Estado da Saúde. 2022. Disponível em: <https://www.to.gov.br/saude/regionalizacao-da-saude-tocantins-historia-e-mapas/468kh0pynca2>. Acesso em 15 de janeiro de 2024.

TOCANTINS. Governo do Tocantins. Lei nº 4.293, de 6 de dezembro de 2023. Dispõe sobre a instituição de unidades regionais para a prestação regionalizada de saneamento básico no Estado do Tocantins, e adota outras providências. Tocantins, TO. **Diário Oficial do Tocantins**. 2023a.

TOCANTINS. Secretaria de Estado da Saúde, Superintendência de Vigilância e proteção à Saúde. **Manual de coleta para análises de água de consumo humano**. Palmas - TO, 2023b.

TOCANTINS. Secretaria de Estado da Saúde, Superintendência de Vigilância em Saúde. **Tocantins 2023: uma análise de situação de saúde com foco nas doenças negligenciadas**. Palmas, TO, 348 p., 2023c.

TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. **Microbiologia**. 12. ed. Ed. Artmed. 2017

TURINI, L. R.; ABREU, V. H. S.; LIMA, E. B. N. R.; OLIVEIRA, F. R. Panorama do sistema de abastecimento de água de pequenas cidades em um estado com prestação de serviço descentralizada. **Revista de Arquitetura, cidade e contemporaneidade**, v. 5, n. 19, p. 436-451, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/pixo/article/view/20727>. Acesso em: 24 de jun. 2024.

UNITED NATIONS. **Direito Humano à Água e ao Saneamento: resolução da Assembleia Geral nº64/292**. Nova Iorque: Assembleia Geral, A/RES/64/292, 28 de jun.de 2010.

WHO - World Health Organization. **Protocol for the assessment of national communicable disease surveillance and response systems**. Guidelines for assessment teams. 2001. Disponível em: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/66787/W?sequence=3> Acesso em 21 de abr. de 2024.

WHO - World Health Organization. **Guidelines for drinking-water quality**. 4 ed, 2011. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950>. Acesso em: 22 de mai. de 2024.

WHO - World Health Organization. **Safer water, better health**. Geneva: World Health Organization; New York, USA, 2019. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/329905/9789241516891-eng.pdf?ua=1>. Acesso em: 05 de jan. de 2024.

XAVIER, M. V. S.; QUADROS, H. C.; SILVA, Monique Santos Sarlyda. Parâmetros de potabilidade da água para o consumo humano: uma revisão integrativa. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 11, n. 1, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/25118>. Acesso em: 28 jan. 2022.

ANEXO A – PARECER CEP

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE
FEDERAL DO TOCANTINS -
UFT



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO DO TOCANTINS A PARTIR DAS ANÁLISES REALIZADAS NO LABORATÓRIO CENTRAL DE SAÚDE PÚBLICA

Pesquisador: MARIA SIMONE LOPES DA SILVA ANDRADE

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 68204923.7.0000.5519

Instituição Proponente: Universidade Federal do Tocantins Campus Palmas

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.980.112

Apresentação do Projeto:

A água apropriada para o consumo humano é a água potável, ou seja, aquela que ao ser analisada atende aos parâmetros de potabilidade exigidos pela legislação e que não ofereça riscos à saúde, no entanto, há uma preocupação mundial no controle da qualidade da água tendo em vista que ela é o principal meio de veiculação de várias doenças causadoras de inúmeras mortes. Nesse sentido, foi estruturado no Brasil, a partir dos princípios

do Sistema Único de Saúde, o Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIAGUA) com o papel importante de garantir a qualidade e segurança de água para consumo humano no país. No Tocantins, todos os municípios possuem acesso ao programa, através do qual devem encaminhar mensalmente, as amostras de água de consumo humano para serem analisadas pelo Laboratório Central de Saúde Pública do Tocantins (LACEN/TO) para monitoramento da qualidade. Como o estado do Tocantins está dividido em Macrorregiões de Saúde: Região Norte e Região Centro-Sul, esta pesquisa objetiva-se em avaliar a qualidade da água destas Macrorregiões através do levantamento de dados no sistema Gerenciador de Análise Laboratorial (GAL), onde constam todas as informações referente as análises microbiológicas e físico químicas das amostras de água de consumo humano que foram realizadas pelo LACEN/TO no período de 2017 a 2022 e identificar o cumprimento da legislação pelos municípios.

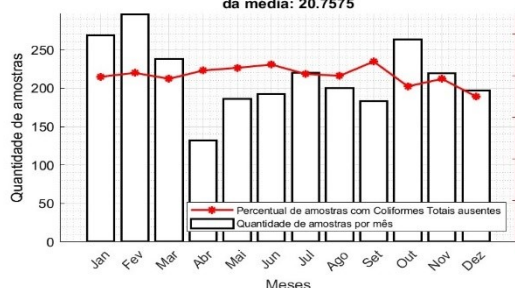
Endereço: Quadra 109 Norte, Av. Ns 15, ALCNO 14, Prédio da Reitoria, 2º Pavimento, Sala 16.
Bairro: Plano Diretor Norte **CEP:** 77.001-090
UF: TO **Município:** PALMAS
Telefone: (63)3229-4023 **E-mail:** cep_uft@uft.edu.br

ANEXO B – AMOSTRAS DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO ANALISADAS PELO LACEN-TO EM 2020 A 2023

Quantitativo de amostras de água para consumo humano analisadas pelo Laboratório Central de Saúde Pública do Tocantins, 2020-2023.													
2020													
Regiões de Saúde	SAA				SAC				SAI				Total
	Urbano		Rural		Urbano		Rural		Urbano		Rural		
	Turbidez	C. totais /E.coli	Turbidez	C. totais /E.coli	Turbidez	C. totais /E.coli	Turbidez	C. totais /E.coli	Turbidez	C. totais /E.coli	Turbidez	C. totais /E.coli	
Amor Perfeito	395	388	11	12	37	36	29	28	58	57	22	22	1095
Bico do Papagaio	629	605	190	173	10	10	53	51	21	19	15	15	1791
Cantão	468	464	36	38	37	36	15	15	18	18	15	15	1175
Capim Dourado	426	421	0	0	7	7	3	3	10	10	7	7	901
Cerrado Tocantins Araguaia	777	753	35	35	37	37	19	19	18	18	19	19	1786
Ilha do Bananal	717	718	6	6	104	104	6	12	55	56	17	17	1818
Médio Norte Araguaia	651	636	13	13	10	10	10	10	26	26	6	6	1417
Sudeste	625	632	4	4	10	10	2	2	13	13	15	15	1345
Tocantins	4688	4617	295	281	252	250	137	140	219	217	116	116	11328
2021													
Regiões de Saúde	SAA				SAC				SAI				Total
	Urbano		Rural		Urbano		Rural		Urbano		Rural		
	Turbidez	C. totais /E.coli	Turbidez	C. totais /E.coli	Turbidez	C. totais /E.coli	Turbidez	C. totais /E.coli	Turbidez	C. totais /E.coli	Turbidez	C. totais /E.coli	
Amor Perfeito	683	676	2	2	45	45	29	29	48	48	24	22	1653
Bico do Papagaio	1477	1488	372	372	9	9	76	76	35	35	22	22	3993
Cantão	991	986	61	58	44	45	37	37	72	72	15	15	2433
Capim Dourado	530	532	8	8	8	8	8	8	6	6	0	0	1122
Cerrado Tocantins Araguaia	1434	1433	77	77	40	40	35	35	16	16	19	19	3241
Ilha do Bananal	1046	1038	8	8	197	197	18	18	46	43	12	10	2641
Médio Norte Araguaia	1512	1511	65	65	37	37	34	34	12	12	1	1	3321
Sudeste	707	708	11	11	11	10	2	2	3	1	23	23	1512
Tocantins	8380	8372	604	601	391	391	239	239	238	233	116	112	19916
2022													
Regiões de Saúde	SAA				SAC				SAI				Total
	Urbano		Rural		Urbano		Rural		Urbano		Rural		
	Turbidez	C. totais /E.coli	Turbidez	C. totais /E.coli	Turbidez	C. totais /E.coli	Turbidez	C. totais /E.coli	Turbidez	C. totais /E.coli	Turbidez	C. totais /E.coli	
Amor Perfeito	738	737	6	6	46	46	24	24	46	46	24	24	1767
Bico do Papagaio	1559	1565	367	372	8	8	104	105	34	35	29	29	4215
Cantão	1150	1149	65	65	45	45	24	25	53	53	11	11	2696
Capim Dourado	591	596	14	14	15	15	9	9	2	2	2	2	1271
Cerrado Tocantins Araguaia	1421	1425	81	80	41	41	53	53	21	21	25	25	3287
Ilha do Bananal	1159	1171	25	25	216	216	18	18	31	33	14	14	2940
Médio Norte Araguaia	1564	1618	53	55	43	43	43	45	8	8	3	3	3486
Sudeste	864	865	20	20	10	10	1	1	1	1	21	21	1835
Tocantins	9046	9126	631	637	424	424	276	280	196	199	129	129	21497
2023													
Regiões de Saúde	SAA				SAC				SAI				Total
	Urbano		Rural		Urbano		Rural		Urbano		Rural		
	Turbidez	C. totais /E.coli	Turbidez	C. totais /E.coli	Turbidez	C. totais /E.coli	Turbidez	C. totais /E.coli	Turbidez	C. totais /E.coli	Turbidez	C. totais /E.coli	
Amor Perfeito	797	794	6	6	41	40	22	23	43	42	7	8	1829
Bico do Papagaio	1525	1524	368	368	17	17	129	129	29	29	40	40	4215
Cantão	1090	1084	36	36	43	43	10	10	14	14	16	16	2412
Capim Dourado	666	666	6	6	20	20	14	14	8	8	26	26	1480
Cerrado Tocantins Araguaia	1461	1461	68	68	38	38	51	51	25	25	14	14	3314
Ilha do Bananal	1195	1193	21	21	189	189	12	12	49	49	5	5	2940
Médio Norte Araguaia	1625	1625	60	60	41	41	41	41	12	12	6	6	3570
Sudeste	903	894	15	14	9	9	2	2	0	0	13	15	1876
Tocantins	9262	9241	580	579	398	397	281	282	180	179	127	130	21636
Tocantins (2020-2023)	31376	31356	2110	2098	1465	1462	933	941	833	828	488	487	74377

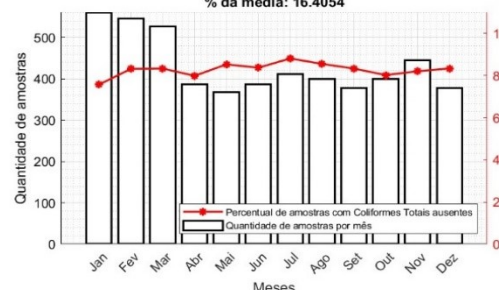
ANEXO C – RESULTADOS DAS AMOSTRAS DE ÁGUA PARA O PARÂMETRO COLIFORMES TOTAIS (2020 A 2023)

Análise Microbiológica da Região de Saúde Amor Perfeito pelo Método Substrato Cromogênico para pesquisa de Coliformes Totais do intervalo de tempo entre 2020 e 2023.
Definições das amostras: URBANA e Forma de Abastecimento SAA. Média de amostras por mês: 216.25. Desvio padrão em % da média: 20.7575



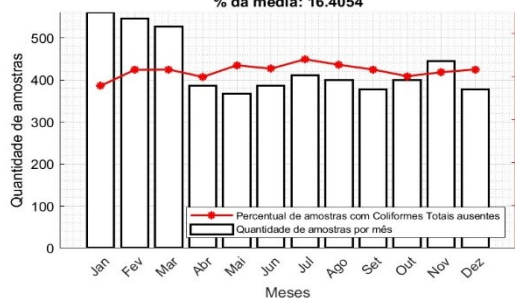
percentual de amostras com Coliformes Totais Ausentes

Análise Microbiológica da Região de Saúde Bico do Papagaio pelo Método Substrato Cromogênico para pesquisa de Coliformes Totais do intervalo de tempo entre 2020 e 2023.
Definições das amostras: URBANA e Forma de Abastecimento SAA. Média de amostras por mês: 431.8333. Desvio padrão em % da média: 16.4054



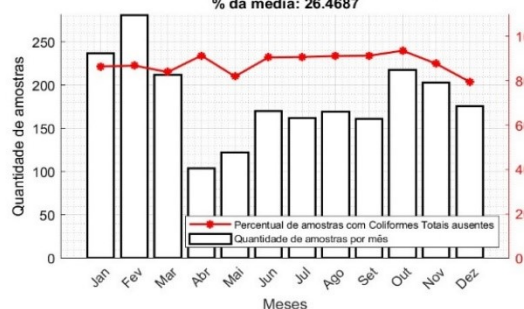
percentual de amostras com Coliformes Totais Ausentes

Análise Microbiológica da Região de Saúde Bico do Papagaio pelo Método Substrato Cromogênico para pesquisa de Coliformes Totais do intervalo de tempo entre 2020 e 2023.
Definições das amostras: URBANA e Forma de Abastecimento SAA. Média de amostras por mês: 431.8333. Desvio padrão em % da média: 16.4054



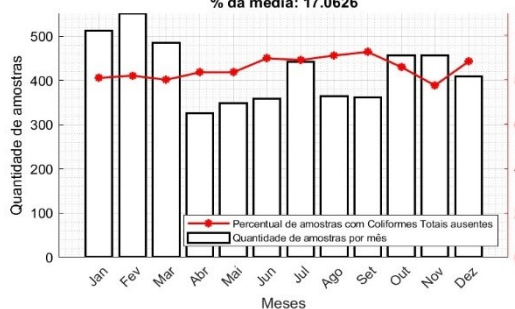
percentual de amostras com Coliformes Totais Ausentes

Análise Microbiológica da Região de Saúde Capim Dourado pelo Método Substrato Cromogênico para pesquisa de Coliformes Totais do intervalo de tempo entre 2020 e 2023.
Definições das amostras: URBANA e Forma de Abastecimento SAA. Média de amostras por mês: 184.5833. Desvio padrão em % da média: 26.4687



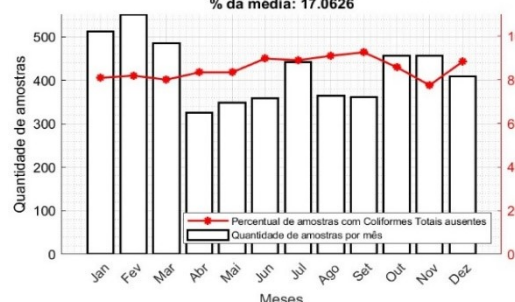
percentual de amostras com Coliformes Totais Ausentes

Análise Microbiológica da Região de Saúde Cerrado Tocantins Araguaia pelo Método Substrato Cromogênico para pesquisa de Coliformes Totais do intervalo de tempo entre 2020 e 2023.
Definições das amostras: URBANA e Forma de Abastecimento SAA. Média de amostras por mês: 422.6667. Desvio padrão em % da média: 17.0626



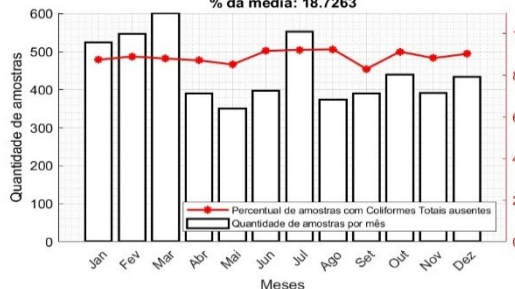
percentual de amostras com Coliformes Totais Ausentes

Análise Microbiológica da Região de Saúde Cerrado Tocantins Araguaia pelo Método Substrato Cromogênico para pesquisa de Coliformes Totais do intervalo de tempo entre 2020 e 2023.
Definições das amostras: URBANA e Forma de Abastecimento SAA. Média de amostras por mês: 422.6667. Desvio padrão em % da média: 17.0626



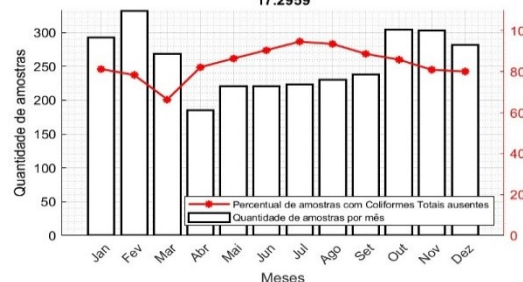
percentual de amostras com Coliformes Totais Ausentes

Análise Microbiológica da Região de Saúde Médio Norte Araguaia pelo Método Substrato Cromogênico para pesquisa de Coliformes Totais do intervalo de tempo entre 2020 e 2023.
Definições das amostras: URBANA e Forma de Abastecimento SAA. Média de amostras por mês: 449.1667. Desvio padrão em % da média: 18.7263



percentual de amostras com Coliformes Totais Ausentes

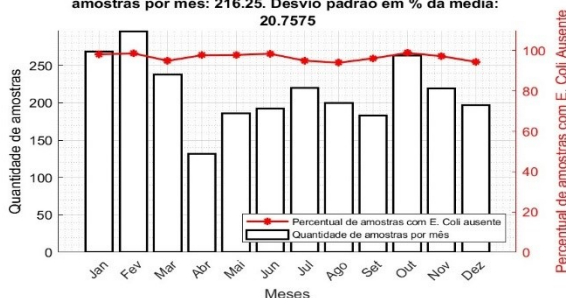
Análise Microbiológica da Região de Saúde Sudeste pelo Método Substrato Cromogênico para pesquisa de Coliformes Totais do intervalo de tempo entre 2020 e 2023.
Definições das amostras: URBANA e Forma de Abastecimento SAA. Média de amostras por mês: 258.25. Desvio padrão em % da média: 17.2959



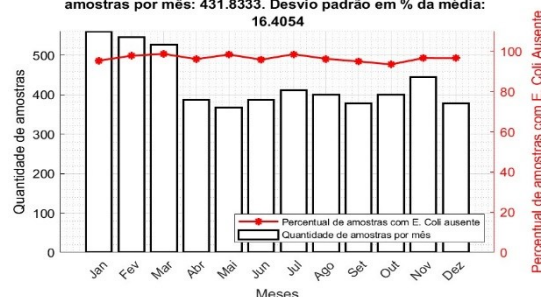
percentual de amostras com Coliformes Totais Ausentes

ANEXO D - RESULTADOS DAS AMOSTRAS DE ÁGUA PARA O PARÂMETRO *ESCHERICHIA COLI* (2020 A 2023)

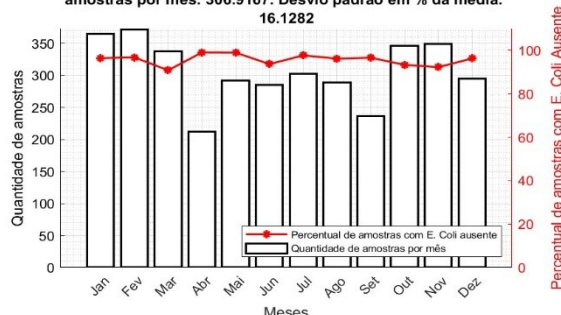
Análise Microbiológica da Região de Saúde Amor Perfeito pelo Método Substrato Cromogênico para pesquisa de *E. Coli* do intervalo de tempo entre 2020 e 2023. Definições das amostras: URBANA e Forma de Abastecimento SAA. Média de amostras por mês: 216.25. Desvio padrão em % da média: 20.7575



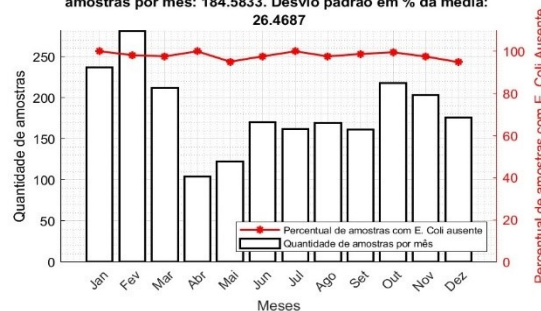
Análise Microbiológica da Região de Saúde Bico do Papagaio pelo Método Substrato Cromogênico para pesquisa de *E. Coli* do intervalo de tempo entre 2020 e 2023. Definições das amostras: URBANA e Forma de Abastecimento SAA. Média de amostras por mês: 431.8333. Desvio padrão em % da média: 16.4054



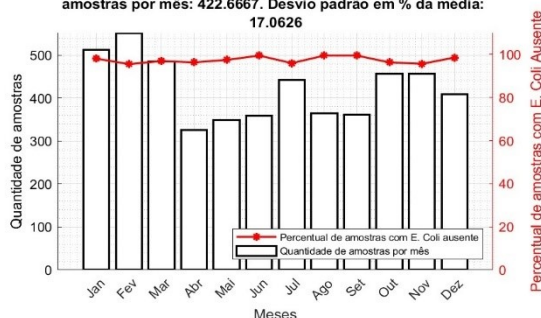
Análise Microbiológica da Região de Saúde Cantão pelo Método Substrato Cromogênico para pesquisa de *E. Coli* do intervalo de tempo entre 2020 e 2023. Definições das amostras: URBANA e Forma de Abastecimento SAA. Média de amostras por mês: 306.9167. Desvio padrão em % da média: 16.1282



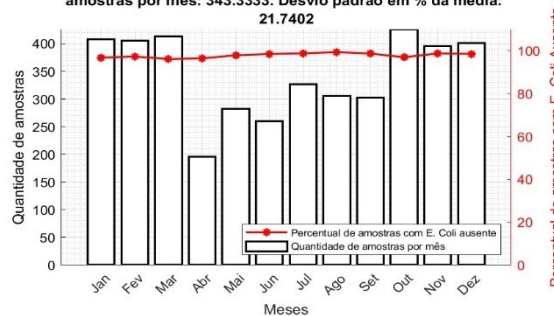
Análise Microbiológica da Região de Saúde Capim Dourado pelo Método Substrato Cromogênico para pesquisa de *E. Coli* do intervalo de tempo entre 2020 e 2023. Definições das amostras: URBANA e Forma de Abastecimento SAA. Média de amostras por mês: 184.5833. Desvio padrão em % da média: 26.4687



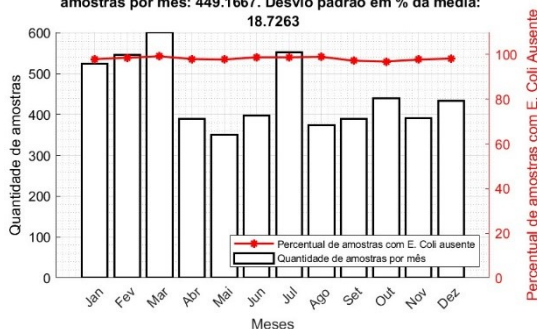
Análise Microbiológica da Região de Saúde Cerrado Tocantins Araguaia pelo Método Substrato Cromogênico para pesquisa de *E. Coli* do intervalo de tempo entre 2020 e 2023. Definições das amostras: URBANA e Forma de Abastecimento SAA. Média de amostras por mês: 422.6667. Desvio padrão em % da média: 17.0626



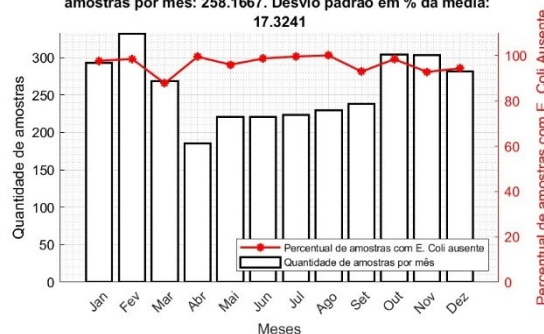
Análise Microbiológica da Região de Saúde Ilha do Bananal pelo Método Substrato Cromogênico para pesquisa de *E. Coli* do intervalo de tempo entre 2020 e 2023. Definições das amostras: URBANA e Forma de Abastecimento SAA. Média de amostras por mês: 343.3333. Desvio padrão em % da média: 21.7402



Análise Microbiológica da Região de Saúde Médio Norte Araguaia pelo Método Substrato Cromogênico para pesquisa de *E. Coli* do intervalo de tempo entre 2020 e 2023. Definições das amostras: URBANA e Forma de Abastecimento SAA. Média de amostras por mês: 449.1667. Desvio padrão em % da média: 18.7263



Análise Microbiológica da Região de Saúde Sudeste pelo Método Substrato Cromogênico para pesquisa de *E. Coli* do intervalo de tempo entre 2020 e 2023. Definições das amostras: URBANA e Forma de Abastecimento SAA. Média de amostras por mês: 258.1667. Desvio padrão em % da média: 17.3241

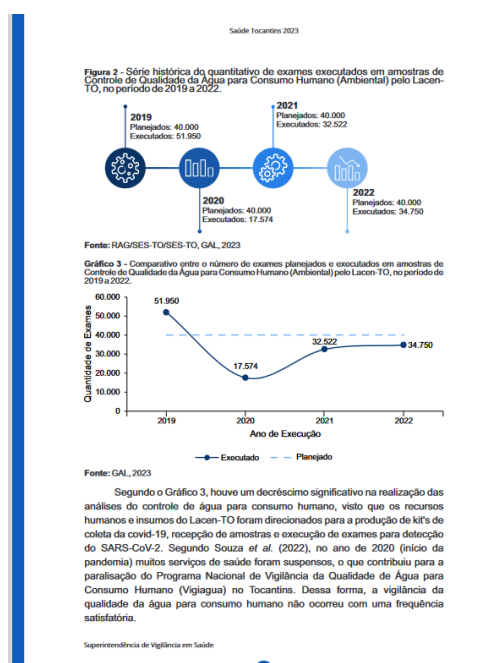
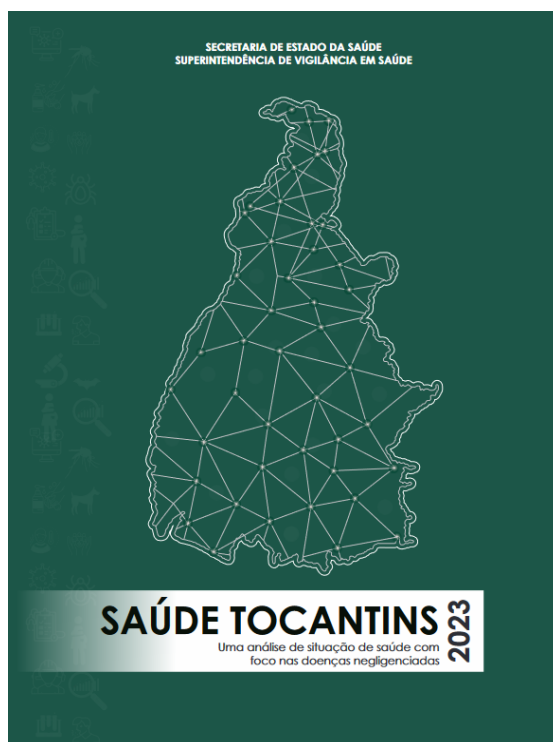


APÊNDICE A – VIDEO SOBRE COLETA, ACONDICIONAMENTO E TRANSPORTE DE AMOSTRAS DE ÁGUA DE CONSUMO HUMANO



LINK: <https://www.youtube.com/watch?v=PYxHUtCRAWc&t=10s>

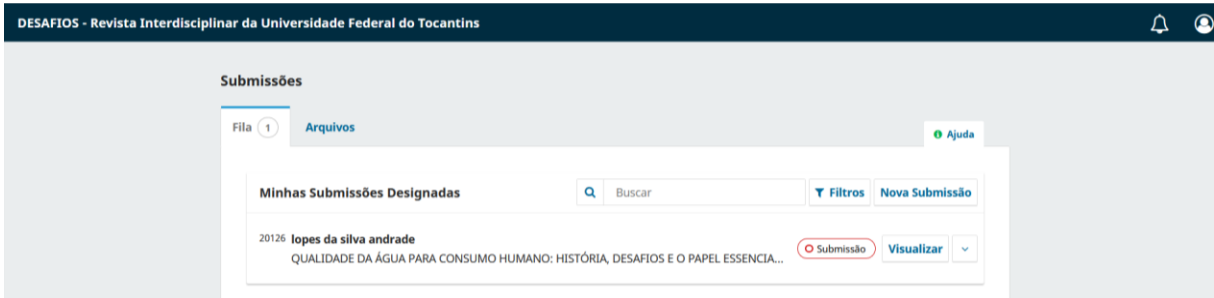
APÊNDICIE B – CAPÍTULO 11 DO LIVRO SAÚDE TOCANTINS 2023



LINK: <https://www.to.gov.br/saude/livro-saude-tocantins-2023/2hr8fh669591>

APÊNDICIE C – ARTIGOS SUBMETIDOS

1. Artigo: “Qualidade da Água para consumo humano: História, Desafios e o Papel Essencial dos Laboratórios de Saúde Pública”, submetido a [Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins](#) – DESAFIOS, Qualis B1.



2. Artigo: “COVID-19 and VIGIÁGUA: Impacts of the Pandemic on Water Surveillance and Quality in Tocantins”, submetido a Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, Qualis A2.

Painel Autor

1 Manuscritos submetidos

Iniciar nova Submissão

Instruções herdadas

5 e-mails mais recentes

Manuscritos submetidos

STATUS	ID	TÍTULO	CRIADO	SUBMETIDO
✉ Entrar em contato com o periódico ADM: Rodrigues, Allan Aguardando processamento pelo administrador	ESA-2024-0087	COVID-19 and VIGIÁGUA: Impacts of the Pandemic on Water Surveillance and Quality in Tocantins Visualizar submissão Carta de apresentação	07-set-2024	08-set-2024