



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL**

ISABELE MARIA DO NASCIMENTO LIMA

**ANÁLISE AMBIENTAL DO RIO PARNAÍBA NO TRECHO QUE BANHA A ZONA
URBANA NO MUNICÍPIO DE TERESINA-PI: uma análise da qualidade de água do
manancial**

TERESINA

2025

ISABELE MARIA DO NASCIMENTO LIMA

ANÁLISE AMBIENTAL DO RIO PARNAÍBA NO TRECHO QUE BANHA A ZONA
URBANA NO MUNICÍPIO DE TERESINA-PI: uma análise da qualidade de água do
manancial

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção do
diploma do Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental
do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Piauí, Campus Teresina Central.

Orientador(a): Prof. Me. Wesley Maycon Neris Batista.

TERESINA

2025

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

Lima, Isabele Maria do Nascimento

L732a Análise ambiental do rio Parnaíba no trecho que banha a zona urbana no município de Teresina-PI : uma análise da qualidade de água do manancial / Isabele Maria do Nascimento Lima. - 2025.
64 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão Ambiental) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central, 2025.

Orientador : Prof Me. Wesley Maycon Neris Batista.

1. Rio Parnaíba - Manancial. 2. Saneamento básico. 3. Poluição. 4. Efluente. I.Título.

CDD - 577

Elaborado por Sindya Santos Melo CRB 3/1085

ISABELE MARIA DO NASCIMENTO LIMA

ANÁLISE AMBIENTAL DO RIO PARNAÍBA NO TRECHO QUE BANHA A ZONA
URBANA NO MUNICÍPIO DE TERESINA-PI: uma análise da qualidade de água do
manancial

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção do
diploma do Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental
do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Piauí, Campus Teresina Central.

Aprovada em: 07/02/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Wesley Maycon Neris Batista (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr^a Bruna de Freitas Iwata
Instituição Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. Fabrício Napoleão Andrade
Instituição Federal do Piauí (IFPI)

À família Lima e Nascimento,
em especial ao meu sobrinho José
Henrique.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pelo dom da vida, e à Jesus Eucarístico, por toda força nos momentos que eu mais precisei, aos meus pais, por toda luta e esforço durante minha criação, em especial a minha mãe Clebia Oliveira do Nascimento, pelo compromisso, dedicação e esforço em todos os momentos da minha educação, principalmente durante o ensino infantil, ao qual tivemos problemas.

Agradeço aos meus irmãos Nicolas do Nascimento Lima e Erick Gabriel do Nascimento Lima, por todo apoio e incentivo, em especial ao meu irmão Nicolas, ao qual me ajudou diversas vezes no traslado de casa para a faculdade. Agradeço à minha família materna, em especial ao meu padrinho Cledilson, ao qual me incentivou também desde o ensino infantil, pelo traslado de casa para as escolas e pelo incentivo à leitura.

Agradeço aos professores de Tecnologia em Gestão Ambiental do IFPI, Campus Teresina Central, por todos os ensinamentos e conselhos durante a graduação, principalmente às professoras Jacqueline Brito e Anna Kelly, agradeço em especial ao meu orientador Prof. Me. Wesley Maycon, por embarcar comigo nessa jornada, pela dedicação, estímulo, suporte e paciência durante a minha pesquisa, ao qual nunca me esquecerei.

Agradeço aos amigos, que me acompanharam durante toda a jornada acadêmica, principalmente durante as coletas e análises de água, e por fim, agradeço em especial ao meu namorado Antonio Victor, por todo o incentivo, apoio e compreensão durante toda a minha graduação, e pela companhia e disposição durante às coletas de água, essenciais para a síntese desse trabalho.

Obrigada a todos que contribuíram para essa pesquisa e para minha formação acadêmica!

“Com efeito, de tal modo Deus amou o mundo,
que lhe deu seu Filho único, para que todo o que nele
crer não pereça, mas tenha a vida eterna.”

- João 3,16-21.

RESUMO

Esse trabalho apresenta um diagnóstico da qualidade da água do Rio Parnaíba no trecho que banha a zona urbana e central da cidade de Teresina-PI, cidade essa que não contém uma cobertura de saneamento básico adequado e completo para a população, o que pode refletir na qualidade de água do manancial. O objetivo desse trabalho é realizar um diagnóstico da qualidade de água do Rio Parnaíba, por meio da análise de parâmetros físico-químicos e microbiológicos referentes à qualidade de água no rio a fim de comparar com o que padroniza a Resolução CONAMA 357/2005 e realizar uma caracterização ambiental da área, a fim de verificar situações que indicam a poluição do manancial. Primeiramente, realizou-se a delimitação estratégica de 5 pontos de coleta de água, sendo localizado na margem do Rio Parnaíba, entre a Ponte José Sarney à montante e poucos metros após a Ponte Metálica, à sua jusante. As análises de água foram realizadas em um período de 4 meses, através dos equipamentos Alphakit, Colipaper e a estufa microbiológica, os pontos 1 e 2 (ambos próximos da Ponte José Sarney), obtiveram destaques nos resultados, pois demonstraram elevadas taxas de Amônia, Nitrato e Nitrito em comparação com os pontos 3, 4 e 5. A caracterização ambiental das áreas se deram através de registros fotográficos, observação da área e utilização do programa Google Earth Pro, ao qual podemos identificar situações que remetem a presença humana no rio e uso das margens para fins sanitários, além de observar a disposição irregular de resíduos, desmatamento e assoreamento do curso hídrico. Conclui-se que as alterações da qualidade de água do rio estão diretamente associadas às atividades antrópicas e à ausência de infraestrutura de saneamento básico adequada, destacando a necessidade de ações integradas entre poder público e comunidade para a conservação do manancial e promoção da sustentabilidade.

Palavras-chave: Manancial; poluição; saneamento básico; efluente; ações antrópicas.

ABSTRACT

This study presents a diagnosis of the water quality of the Parnaíba River along the section that runs through the urban and central area of the city of Teresina-PI, a city that lacks adequate and comprehensive basic sanitation coverage for the population, which can impact the quality of the water source. The objective of this work is to assess the water quality of the Parnaíba River by analyzing physical-chemical and microbiological parameters and comparing them with the standards established by CONAMA Resolution 357/2005, as well as conducting an environmental characterization of the area to identify indicators of pollution in the water body. First, five strategic water sampling points were selected along the riverbank, from upstream at the José Sarney Bridge to a few meters downstream from the Metal Bridge. Water analyses were carried out over a four-month period using Alphakit, Colipaper, and a microbiological incubator. Points 1 and 2 (both near the José Sarney Bridge) stood out in the results due to their high levels of Ammonia, Nitrate, and Nitrite compared to points 3, 4, and 5. The environmental characterization of the areas was conducted through photographic records, on-site observation, and the use of Google Earth Pro, which revealed signs of human activity in the river and the use of the riverbanks for sanitary purposes, as well as irregular waste disposal, deforestation, and siltation of the watercourse. It is concluded that changes in the river's water quality are directly linked to human activities and the lack of adequate sanitation infrastructure, highlighting the need for integrated action between public authorities and the community to preserve the water source and promote sustainability.

Keywords: Water source; pollution; basic sanitation; effluent; anthropogenic actions.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa de Localização da Área de Estudo.....	26
Figura 2 - Fluxograma de manipulação das amostras de água durante as coletas no Rio Parnaíba.....	28
Figura 3 - Mapa de Localização dos Pontos de Coleta de Água.....	30
Figura 4 - Ponto de coleta 1 (Próximo a Ponte José Sarney).....	30
Figura 5 - Acesso ao ponto de coleta 1.....	30
Figura 7 - Acesso ao ponto 2.....	31
Figura 6 - Ponto de coleta 2 (Próximo ao ponto de taxista).....	31
Figura 8 - Ponto de coleta 3 (Próximo ao Troca-Troca).....	31
Figura 9 - Acesso ao ponto de coleta 3.....	31
Figura 10 - Ponto de coleta 4 (Próximo à Avenida Campos Sales).....	32
Figura 11 - Acesso ao ponto de coleta 4.....	32
Figura 12 - Ponto de coleta 5 (Próximo a Ponte Metálica).....	32
Figura 13 - Acesso ao ponto 5 pelo restaurante na margem do rio.....	32
Figura 14 - Rótulo de identificação das amostras de água.....	33
Figura 15 - Análise colorimétrica de Amônia (NH ₃), Nitrito (NO ₂), Nitrato (NO ₃) e Ortofosfato (PO ₄ ³⁻).....	33
Figura 16 - Medidor Multiparâmetro Sonda AK88v2.....	34
Figura 17 - Micro Estufa Microbiológica e COLIPAPER.....	34
Figura 18 - Resíduos sólidos e vegetação antropizada.....	36
Figura 19 - Presença de Resíduos Sólidos.....	36
Figura 20 - Assoreamento no curso hídrico nos pontos 1 e 2.....	37
Figura 21 - Presença de Resíduos Sólidos, Galeria de Drenagem e Vegetação Antropizada.....	38
Figura 22 - Supressão vegetal, Intensificação dos processos erosivos do solo e a presença de resíduos sólidos.....	39
Figura 23 - Presença de resíduos em canal de drenagem.....	39
Figura 24 - Assoreamento do curso hídrico no ponto 3.....	39
Figura 25 - Presença de Resíduos Sólidos de Construção Civil.....	40
Figura 26 - Vegetação queimada e presença de Resíduos Sólidos.....	40
Figura 27 - Presença de cortinas.....	40
Figura 28 - Solo desprotegido, intensificação dos processos erosivos.....	41
Figura 29 - Construções e detalhamento de disposição irregular de efluente na margem do rio.....	

.....	42
Figura 30 - Atividades de lazer e prestação de serviço na margem do rio.	42
Figura 31 - Presença de Resíduos Sólidos.	43
Figura 32 - Gráfico de Temperatura.	44
Figura 33 - Gráfico de pH (Potencial Hidrogeniônico)	45
Figura 34 - Gráfico de Oxigênio Dissolvido.	46
Figura 35 - Gráfico de Salinidade.	47
Figura 36 - Gráfico de Condutividade Elétrica.	48
Figura 37 - Gráfico de Sólidos Totais Dissolvidos (TDS).	49
Figura 38 - Gráfico de Nitrato (NO_3).	50
Figura 39 - Gráfico de Nitrito (NO_2).	51
Figura 40 - Gráfico de Ortofosfato (PO_4).	52
Figura 41 - Gráfico de Amônia (NH_3).	53
Figura 42 - Gráfico de Coliformes Totais.	54
Figura 43 - Gráfico de Escherichia coli (E-coli).	55
Figura 44 - Gráfico de Flora Acompanhante.	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Identificação dos pontos de coleta.....	28
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA	17
2.2	SANEAMENTO BÁSICO E AMBIENTAL	18
2.3	CIDADES E ASPECTOS DE ANTROPIZAÇÃO	19
2.3.1	Antropização de Rios em Teresina e Consequencias em Relação a Bacia Hidrográfica	20
2.4	SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	21
2.5	CONTAMINAÇÃO E POLUIÇÃO DOS MANANCIAIS	22
2.6	SAÚDE PÚBLICA E MEIO AMBIENTE	23
3	METODOLOGIA	25
3.1	LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	25
3.2	METODOLOGIA DA CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL	27
3.3	METODOLOGIA DAS ANÁLISES DE ÁGUA	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
4.1	RESULTADOS DA CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DAS ÁREAS	36
4.1.1	Ponto de coleta 1 (Próximo a Rua Paissandu, Centro)	36
4.1.2	Ponto de coleta 2 (Próximo ao ponto de taxista)	37
4.1.3	Ponto de coleta 3 (Próximo ao Troca-Troca)	38
4.1.4	Ponto de coleta 4 (Próximo a Avenida Campos Sales, Centro)	40
4.1.5	Ponto de coleta 5 (Próximo a um restaurante e a Ponte Metálica)	41
4.2	RESULTADOS DAS ANÁLISES DE ÁGUA	43
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
	REFERÊNCIAS	59
	APÊNDICE A – TABULAÇÃO DOS RESULTADOS REFERENTE AS ANÁLISES DE ÁGUA	63

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país rico em diversidade natural e conhecido pela sua ampla influência externa, pelo seu histórico de colonização europeia. A Constituição Federativa do Brasil de 1988, em seu artigo 225, aborda o meio ambiente ecologicamente equilibrado como garantia do povo brasileiro, mas também a imposição para o poder público e a coletividade o dever de defendê-lo. Ao abordar a Constituição Federal, não se pode propor a proteção dos fatores ambientais, sem levar em consideração a infraestrutura do saneamento básico das cidades do Brasil, por isso, será abordado ao longo desse trabalho, legislações voltadas ao saneamento básico, entre outros fatores ambientais.

Diante disso, o Sistema Nacional de Informação em Saneamento Básico (SINISA), é responsável por coletar informações relacionadas ao saneamento básico no Brasil, dentre essas, podemos observar, que em 2022, 84,9% da população brasileira conta com atendimento com rede de água, não demonstrando uma cobertura completa, e apenas 56% da população é atendida com rede de esgoto, ou seja, o país não possui a cobertura completa de saneamento básico, ferindo o que assegura a Lei Maior. (BRASIL, 2022).

Além disso, os dados de atendimento com rede de água e cobertura de esgotamento sanitário, se reduzem quando comparados com as taxas coletadas no nordeste brasileiro, já que, em 2022, 76,9% da população nordestina possui atendimento com rede de água e apenas 31,4% contam com cobertura de esgotamento sanitário. (BRASIL, 2022). Esses dados demonstram que a infraestrutura do saneamento básico no Brasil é deficiente, e na região nordeste, essa realidade não é diferente, e quando comparado com a realidade de outras regiões do Brasil, existe uma disparidade, podendo agravar as situações que remetem a saúde pública no Nordeste, sobretudo nas cidades mais sensíveis.

Segundo Oliveira e Aquino (2015), a história do crescimento urbano de Teresina se dá principalmente a partir da década de 1960, já que houve um significativo aumento nas taxas de ocupação urbana, o que ocasionou na construção de infraestruturas voltadas as necessidades básicas da população. Após a década de 1970, a população urbana já ultrapassava a quantidade de residentes que na zona rural, e esse dado só foi aumentando, já que em 2010, a maioria dos habitantes estariam localizados no meio urbano. Essa realidade revela a intensificação da ocupação urbana no território de Teresina, o que acaba influenciando na ocupação de ambientes precários para a população. Após da década de 90, as zonas leste, norte e sudeste sofreram grande extensão territorial, fortalecendo a expansão urbana e descentralizada do município, além de sinalizar a necessidade de políticas públicas

para atendimento desses residentes, como por exemplo, a garantia de saneamento básico.

Partindo dessa perspectiva, atualmente na cidade de Teresina, capital do Estado do Piauí, é muito comum a existência de esgotos a céu aberto, sejam eles industriais ou domésticos, tratados ou não, evidenciando assim um grande problema. Assim como a questão do esgotamento sanitário, os outros pilares do saneamento apresentam estruturas físicas insuficientes, como o sistema de abastecimento de água, coleta e disposição de resíduos e a drenagem urbana. (Carcará; Silva; Neto, 2019).

Nesse sentido, na ocorrência do manejo incorreto dos efluentes na cidade, pode ocorrer a contaminação dos corpos hídricos, e, por sua vez, a contaminação de mananciais, como exemplo, o Rio Parnaíba, onde é feita a captação da água que vai ser tratada, distribuída e consumida pela população Teresinense. É interessante comentar que a Resolução Conama 357/2005, teve um papel fundamental nesse trabalho, uma vez que, dispõe sobre a classificação de corpos de água, e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, dentre outras providências.

Nos períodos mais quentes do ano, é muito comum a existência de aguapés no rio vizinho, o Rio Poti, esses, são encontrados frequentemente em corpos hídricos que costumam acolher efluentes, ou seja, é um bioindicador de poluição das águas. O fenômeno em questão é conhecido como Eutrofização Artificial, que se trata da presença de altas concentrações de nutrientes na água, como nitrogênio e fósforo, esse fato, provoca riscos à saúde humana e a dos animais, uma vez que gera perdas na biodiversidade e redução da qualidade de água. É um processo natural, sobretudo, pode ser intensificado por ações antrópicas. (Santos; Medeiros, 2023).

Como mencionado, o frequente lançamento de efluentes é um problema para as espécies aquáticas presentes nos rios, juntamente com a questão dos resíduos sólidos que são jogados nos mesmos diariamente. Tal problemática afeta não só a fauna aquática, mas também a própria população, já que o consumo de água é feito justamente da água tratada dos corpos hídricos poluídos, assim como os usos múltiplos das águas.

Similarmente, outro fator importante está relacionado à questão dos efluentes que são lançados no rio. A cidade de Teresina já conta com algumas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), mas ainda não é suficiente para fazer uma cobertura de 100% na cidade de Teresina. Desse modo, se faz necessário emitir um alerta de que um dos principais problemas que alteram a qualidade da água do Rio Parnaíba é a projeção de efluentes domésticos, o que incentiva também a geração de doenças de veiculação hídrica. (Rocha, 2013, apud MARÇAL e SILVA, 2017).

Quando se trata de trechos de rios localizados em áreas centrais de uma cidade, alguns aspectos ambientais podem ser identificados, uma vez que, atividades com potencial poluidor, como comércios e turismo podem se tornar mais intensivas, por conta do aumento do fluxo populacional. No caso de Teresina, não é diferente, haja vista que, nesse percurso, nas margens do Rio Parnaíba, sua mata ciliar se encontra antropizada e os resíduos sólidos são descartados incorretamente.

Esse trabalho será muito importante para contribuir com a perspectiva da população teresinense no que diz respeito às condições atuais do Rio Parnaíba, isso porque, haverá uma exposição da qualidade da água do Rio Parnaíba, o que pode ocasionar na promoção de ações mais sustentáveis pelos residentes e pelos órgãos públicos, a fim de agir na promoção do saneamento básico.

Ademais, por meio desse trabalho, pode-se enfatizar a importância da água, assim como a importância de manter seus usos múltiplos, uma vez que, a sua falta afeta ou pode afetar diretamente a população. Além disso, o presente trabalho pode contribuir positivamente para o poder público e órgãos ambientais na elaboração de programas e projetos ambientais que busquem a proteção da Área de Preservação Permanente (APP) e a conservação do Rio Parnaíba.

A escolha da área de estudo justifica-se pela caracterização ambiental e pela relevância social do trecho analisado do Rio Parnaíba, localizado na região central de Teresina, Piauí. Essa região apresenta intensa ocupação urbana e diversos processos de antropização históricos ao longo das margens do corpo hídrico, incluindo comércios, shopping e galerias populares, a estação do metrô, o Troca-Troca (área de comércio informal) e atividades de lazer e prestação de serviços.

Devido ao aumento do fluxo populacional associado à ausência de fiscalização ambiental efetiva, observa-se frequentemente o descarte inadequado de resíduos sólidos, o que compromete ou pode comprometer a qualidade da água do rio. O Troca-Troca, em particular, caracteriza-se como uma área de comércio autônomo que carece de fiscalização adequada, contribuindo significativamente para a poluição do Rio Parnaíba. Durante as atividades de campo realizadas neste estudo, foi identificada a presença de resíduos sólidos dispostos de forma irregular nas margens do rio, corroborando a relação entre as atividades humanas locais e a degradação ambiental.

Diante dessa perspectiva, o trabalho tem por objetivo diagnosticar a qualidade de água do Rio Parnaíba, no trecho que banha a zona urbana do município de Teresina-PI. O diagnóstico foi feito através da análise de parâmetros da qualidade da água do rio,

comparando-os com as exigências da Resolução CONAMA 357/2005. Também tem por objetivo realizar a caracterização ambiental da margem do Rio Parnaíba, por meio de observação e registros fotográficos.

Os objetivos deste estudo estão diretamente ligados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Organização das Nações Unidas, especialmente ao ODS 6, que se concentra na disponibilidade e gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos, e ao ODS 15, que trata de proteger, restaurar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, os solos e a biodiversidade. A conexão entre esses objetivos evidencia que a qualidade da água está interligada à conservação da biodiversidade e dos recursos naturais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA

O Art. 225 da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, esclarece que todos têm o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e bem de uso comum do povo. (Brasil, 1988). Nesse caso, a água faz parte do meio ambiente, e automaticamente, todos têm direito a disponibilidade da água, que é um bem finito e essencial à sadia qualidade de vida. Em contrapartida, a Constituição Federal impõe que é dever do poder público e da coletividade defender e preservar para as futuras gerações.

Ademais, existe uma legislação específica que garante a importância da água e prevê a gestão dos corpos hídricos. Segundo a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), Lei nº 9.433 de 8 de Janeiro de 1997, a água é um bem finito, de patrimônio público e a sua gestão deve proporcionar o uso múltiplo das águas, estabelecendo seus princípios e objetivos referente a gestão das águas. (Brasil, 1997). A PNRH é de grande importância para a nação brasileira e para os recursos ambientais, uma vez que, busca proteger os recursos hídricos em qualidade e quantidade, e proporcionar a sua disponibilidade para todos.

Sobre essa perspectiva, a gestão de recursos hídricos pode ser entendida como uma forma de administrar, gerir ou organizar a disponibilidade da água em determinado local, isso porque, tem se criado uma preocupação mundial a respeito da escassez e a necessidade de “guardar” ou “preservar” esse conteúdo para as próximas gerações. (Setti, *et al*, 2001).

Os usos múltiplos da água, está relacionada aos seguintes meios: geração de energia elétrica, abastecimento doméstico e industrial, irrigação de culturas agrícolas, navegação, recreação, aquicultura, piscicultura, pesca e também para assimilação e afastamento de esgotos. (Mota, 1995).

De acordo com os dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA 2021), em 2020, aproximadamente 50% da água utilizada no Brasil é destinada à irrigação, sendo usada na produção de alimentos essenciais. O volume de água usada pode variar de acordo com os níveis de precipitação do local e do tipo de cultura agrícola praticada. Em sequência, o abastecimento urbano, que corresponde a cerca de 25% da destinação da água, sendo na sua grande maioria, captada dos mananciais superficiais. Também há casos da captação da água dos mananciais subterrâneos e, ainda, de utilização dos dois tipos de mananciais.

A água, como já mencionado, é um bem essencial para a população mundial, sendo utilizada no consumo humano, na indústria ou na agricultura. Seu gerenciamento deve ser

equilibrado e acessível igualmente a todos, o que torna fundamental destacar a importância dos recursos hídricos e a necessidade de racionalizar seu uso.

2.2 SANEAMENTO BÁSICO E AMBIENTAL

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), podemos definir o saneamento como o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social, ou seja, refere-se a algo mais amplo, diferente do conceito de saneamento básico. Isso porque, o Novo Marco Legal do Saneamento Básico Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, conceitua o Saneamento Básico como um conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais, e essas instalações referem-se a infraestrutura específicos do: sistema de abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; manejo dos resíduos sólidos e à drenagem urbana.

Saneamento ambiental é definido como um conjunto de ações socioeconômicas que tem por objetivo alcançar a salubridade ambiental e utiliza como um dos métodos, o saneamento básico. Além dos pilares do saneamento básico, é válido citar outros fatores que influenciam no saneamento ambiental, sendo a promoção da disciplina sanitária de uso do solo, o controle de doenças transmissíveis e outros serviços e obras especializadas que tem a finalidade de melhorar as condições de vida não só da população urbana, mas também da população rural. (FUNASA, 2019).

A salubridade ambiental pode ser definida como o estado de higidez em que vive a população urbana e rural. Esse conceito, leva em consideração tanto a capacidade de prevenir a ocorrência de doenças ou epidemias com a causa diretamente ligada ao meio ambiente, quanto ao seu potencial de promover saúde e bem-estar. (FUNASA, 2019). Desse modo, a promoção de saneamento básico é de suma importância, pois é essencial para obter saneamento ambiental de uma região que, por sua vez, pode influenciar na qualidade de vida e no bem-estar da população.

Nesse contexto, a salubridade ambiental é um elemento-chave para o bem-estar coletivo, estando diretamente relacionada às condições de saneamento básico e ambiental. Em cenários onde há ausência de infraestrutura adequada de saneamento básico, observam-se ambientes insalubres, que comprometem tanto a qualidade de vida quanto a saúde da população. Exemplos dessa realidade incluem a poluição de corpos hídricos por efluentes e resíduos descartados de forma inadequada, enchentes em áreas urbanizadas e o assoreamento dos cursos d'água devido ao desmatamento das matas ciliares. Essa problemática é evidenciada na cidade de Teresina, como será discutido ao longo deste trabalho.

No Brasil, a Lei nº 11.445/2007 estabelece as diretrizes para o Saneamento Básico e sua política nacional, e tem como objetivo controlar os fatores que afetam o meio ambiente físico. (BRASIL, 2007). Essa legislação já mencionava a disponibilidade de água potável, a promoção da drenagem das águas pluviais, residuais e industriais e, também, o combate à poluição das águas e do solo.

Entretanto, em 2020, atualiza-se a legislação do Saneamento Básico: O Novo Marco Legal do Saneamento Básico Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. A nova Lei, atribui à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para instituir normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico. (BRASIL, 2020). A legislação tem suas principais alterações: a abertura do mercado pela iniciativa privada, o desenvolvimento de prazos e metas para a universalização dos serviços essenciais, a alteração dos modelos de concessões administrativas, além de exigir a padronização dos serviços. (LEITE, NETO, BEZERRA, 2022).

Apesar dessas alterações na lei de saneamento básico serem de suma importância, nem sempre o que consta na lei, consta também na prática e nesse caso, espera-se que haja uma melhora na questão de saneamento no Brasil, mas não é algo que possa ser garantido. (LEITE, NETO, BEZERRA, 2022).

2.3 CIDADES E ASPECTOS DE ANTROPIZAÇÃO

A cidade de Teresina é conhecida pelas belezas naturais e pelo intenso fluxo de pessoas no Piauí, já que, é a capital do estado. Com a expansão urbana e o aumento do fluxo populacional, é comum que exista a perda das áreas verdes e o aumento da urbanização e antropização.

O vínculo do ser humano com o meio ambiente é muitas vezes prejudicial para a natureza, seja pela exploração dos recursos naturais, pela utilização indevida do solo e da água ou pela geração de resíduos. Para SILVA (2021), a antropização em áreas urbanas, causa ou pode causar diversos impactos ambientais em uma região, sendo o meio ambiente caracterizado como o meio de vida do homem, reforçando o seu vínculo com o meio e o seu poder de modificá-lo.

Nesse sentido, quando associamos a antropização urbana com cidades localizadas às margens de corpos hídricos, os prejuízos ao meio ambiente podem ser mais evidentes. A cidade de Macapá, capital do estado do Amapá, possui áreas de drenagens naturais, muitas delas se caracterizando por serem Áreas de Preservação Permanente - APP, essas áreas são importantes para o sistema de drenagem natural. Entretanto, pelo aumento populacional nos

últimos 35 anos, as áreas foram invadidas por ocupações irregulares, majoritariamente, por imigrantes. Essas ocupações desempenham consequências negativas para os recursos naturais, podendo prejudicar principalmente a drenagem natural que ali acontece, sobretudo, quando atrelada ao descarte irregular de resíduos. Essa realidade reflete uma grande problemática não só para o fluxo da drenagem natural, mas também atinge o meio social, já que, os moradores vivem em condições insalubres. (WEISER, ULIANA E TOSTES, 2015).

Assim como a cidade de Macapá-AP, Teresina-PI também enfrenta desafios semelhantes relacionados as ocupações irregulares, sendo essas, muitas vezes associadas a degradações ambientais. A expansão urbana que ocorre em Teresina, também pode ser associada à problemática de vulnerabilidade social, atrelado ao contexto de degradação ambiental, mais precisamente à poluição dos corpos hídricos.

2.3.1 Antropização de Rios em Teresina e Consequências em Relação a Bacia Hidrográfica

O Rio Parnaíba é originado na Serra da Tabatinga, e suas nascentes se formam a partir de ressurgências na Chapada das Mangabeiras. Sua formação se dá a partir da formação dos rios Lontras, Curriola e Água Quente, que juntos, formam o Rio Parnaíba. O Rio Parnaíba tem uma grande importância nas regiões hidrográficas do nordeste brasileiro. (GOVERNO FEDERAL, 2017).

Embora o Rio Parnaíba desempenhe um papel fundamental para a população local, as atuais condições de saneamento básico na cidade de Teresina evidenciam diversas consequências negativas. Entre elas, destaca-se o aumento da frequência de enchentes, que geram significativos problemas sociais para as comunidades residentes. Além disso, o assoreamento do rio resulta não apenas em impactos ambientais, como a degradação do ecossistema aquático, mas também em problemas sociais, como a potencial escassez hídrica, considerando que a água do rio é utilizada para o abastecimento público.

Segundo o Serviço Geológico do Brasil – CPRM (2017), foi observado, que existe um severo quadro de estiagem sob a região do Rio Parnaíba, na cidade de Teresina, isso porque, os dados de fluviometria analisados até o ano de 2017, se constituem como as menores médias históricas. Esse dado, concretiza a ideia de que esse corpo hídrico vem se perdendo nos últimos anos, podendo causar inúmeros impactos ambientais e sociais.

Os dados referentes ao Rio Poti, podem se demonstrar mais alarmantes, pois quando comparado com o Rio Parnaíba, possui quantidade e qualidade insuficiente para a utilização no abastecimento público de água. Esse dado, está diretamente relacionado às altas taxas de

poluição e por apresentar elevado grau de eutrofização, já que, apresenta tapetes de macrófitas aquáticas, isto é, plantas aquáticas, no trecho em que banha a zona urbana de Teresina. (SILVA, 2019). Essa realidade reflete a problemática da ausência de saneamento básico em Teresina, concretizando a ideia de que os corpos hídricos estão poluídos e eutrofizados.

A poluição dos trechos de rios em áreas urbanas está relacionada a própria urbanização e a antropização dos rios. Nesse sentido, para Teixeira e Millan (2024), quando se fala em transformações que ocorrem em um meio urbano, podemos mencionar a expansão urbana e a antropização de rios urbanos, atrelado à geração de prejuízos ao meio ambiente. Às margens dos rios se caracterizam por serem locais onde acontecem as construções de moradias sem a supervisão do estado, podendo gerar problemas, seja, pela poluição das águas ou interferência com as matas ciliares. O recebimento de efluentes pelos cursos hídricos podem levar ao aumento elevado das taxas de nutrientes da água, se configurando, também, um grande impacto para os trechos hídricos urbanos.

A Bacia Hidrográfica pode ser compreendida como um conjunto de terras, ao qual possui um rio principal e os seus afluentes, ao qual constitui uma rede hidrográfica e se apresenta como unidade territorial, permitindo uma análise dos meios físico, biológico e antrópico. A Bacia do Rio Paraíba, se estende pelos estados do Piauí, Maranhão e Ceará, sendo uma das maiores da Região Nordeste e de suma importância para a região, mas também se caracterizando por ser de difícil gestão, já que engloba diferentes leis e interesses públicos. (PESSÔA; FAÇANHA, 2016).

Segundo o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba - CBH, os principais usos das águas da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba é a irrigação, ao qual desempenha uma porcentagem de 73% e os usos urbanos, com 16%, sendo um total de 277 municípios inseridos na Bacia, ao qual se destacam os municípios de Teresina-PI, Parnaíba-PI, Timon-MA e Balsas-PI. Diante desses dados, é válido comentar que a Bacia do Rio Parnaíba desempenha um grande papel para o equilíbrio dos recursos naturais, e de suma importância para a população nordestina.

Nesse sentido, pelo Rio Parnaíba ser o rio principal de toda a Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba, o mesmo se torna vulnerável a alteração da sua qualidade da água, ao qual é afluente de diversos cursos hídricos da região, podendo se tornar poluído em ocorrência disso.

2.4 SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

É definido como Sistemas de Abastecimento Público da Água como um “conjunto de obras, instalações e serviços, destinados a produzir e distribuir água a uma comunidade, em

quantidade e qualidade compatíveis com as necessidades da população, para fins de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outros usos”. A água é essencial para a vida na Terra, e a sua distribuição deve se dar de forma igual para todos. (FUNASA, 2004).

O Manual de Saneamento traz ainda seu escopo, a importância dessa distribuição está relacionada aos aspectos sanitários, sociais e econômicos, pois, atua no controle de doenças, facilita a limpeza pública, aumenta a esperança de vida da população, facilita a instalação de indústrias e aumenta a produção por indivíduo no trabalho, ou seja, é certo que essa disponibilidade da água potável é de suma importância para todos os âmbitos da sociedade. (FUNASA, 2004).

A água potável é um elemento essencial para a sobrevivência humana e o seu consumo deve passar por um tratamento adequado. Nessa linha de raciocínio, no Brasil, a Portaria Nº 888, de 4 de Maio de 2021, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. É aplicada a qualquer água destinada ao consumo humano proveniente de sistema de abastecimento de água, solução alternativa de abastecimento de água, coletiva e individual, e carro-pipa. (BRASIL, 2021). Desse modo, esse ato administrativo é muito importante para assegurar a qualidade da água potável para a população brasileira, a fim de garantir a saúde pública para a população.

Como mencionado anteriormente, para o consumo humano, existem padrões de potabilidade pelo qual a água disponível para consumo, deve se submeter. Desse modo, essas análises têm seus principais indicadores:

- **Análises Físico-Químicas:** Cor, Turbidez, Temperatura, Oxigênio Dissolvido, Cloro Livre, pH e outros.
- **Análises Microbiológicas:** Contagem de Bactérias Heterotróficas, Coliformes Totais, Termotolerantes e *Escherichia coli*.

O padrão de potabilidade da água estabelecido pela legislação brasileira e pelos órgãos ambientais, é de muita importância para o bem-estar dos consumidores, uma vez que, esse padrão serve para que a água seja entregue e consumida sem qualquer tipo de contaminação, de modo a garantir a sua qualidade. (XAVIER, QUADROS e SILVA, 2022).

2.5 CONTAMINAÇÃO E POLUIÇÃO DOS MANANCIAIS

O Instituto Estadual do Ambiente - INEA (2018), conceitua que o manancial pode ser entendido como uma fonte hídrica, superficial ou subterrânea, que possa ser utilizada para atender às diversas demandas atuais e futuras. Os mananciais superficiais são toda a água que

escoa ou que é armazenada e exposta na superfície terrestre, como rios, por exemplo. Já os mananciais subterrâneos ocupam a zona saturada do subsolo, podem ser considerados como aquíferos, a captação desses recursos se dá por meio de poços.

Segundo dados da Agência Nacional de Água e Saneamento Básico - ANA (2021), no Brasil, cerca de 85% da população urbana depende da captação dos mananciais superficiais, e 15% dos mananciais subterrâneos. No município de Teresina, se usa os dois tipos de mananciais, tanto o superficial, retirado e tratado do Rio Parnaíba, quanto o subterrâneo, com o uso de poços.

A Política Nacional de Meio Ambiente, Lei nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981 tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida. Nesse sentido, conceitua o termo poluição como a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente;

- a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) afetem desfavoravelmente a biota;
- d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos. (Brasil, 1981).

Considerando o foco dos mananciais, a poluição dos recursos hídricos é entendida como qualquer alteração de suas características, de modo a torná-lo prejudicial às formas de vida que ele normalmente abriga ou que dificulte ou impeça um uso benéfico definido por ele, mas esse conceito se flexibiliza aos parâmetros de cada uso de água específico. No caso da contaminação, uma água pode ser considerada contaminada quando recebe microrganismos patogênicos ou substâncias químicas ou radioativas que possam causar malefícios ao homem. (MOTA, 1995).

As fontes de poluição das águas superficiais podem ser definidas como pontuais ou difusas, a fonte pontual ocorre quando existe uma localização de lançamento na água como, tubulação de esgotos, já as difusas quando se tem aplicação difusas pelos poluentes, em locais não específicos, como a área de escoamento superficial. (MOTA, 1995).

2.6 SAÚDE PÚBLICA E MEIO AMBIENTE

Em 1946, a Organização Mundial da Saúde conceitua o termo “saúde” como estado de completo bem-estar físico, mental e social, e não apenas como a ausência de doença ou enfermidade. A utilização de um saneamento básico eficaz é usado como uma forma de promover a saúde, sendo utilizado através da garantia da água potável e pela disposição de

efluentes corretamente. Essa ideia transmite resultados positivos para a população e o meio ambiente, podendo contribuir na conservação da qualidade de água dos mananciais. Entretanto, esse cenário não é identificado no Brasil, pois não existe uma cobertura completa dos pilares do saneamento, e como exemplo disso, podemos citar que a taxa de cobertura do esgotamento sanitário no país é de apenas 60%. (FUNASA, 2004).

O Saneamento é uma forma de promover saúde pública, que nesse caso, pode refletir principalmente às condições socioeconômicas de uma região, como é exemplo o município de São Paulo, em que existe uma variação de cobertura dos esgotos de 100% das áreas mais ricas e 15% nas áreas de periferias, que vai afetar as condições de saúde para essa região. (GOUVEIA, 1999). A narrativa abordada, indica que a garantia de saneamento pode estar diretamente relacionada às condições socioeconômicas de uma população, refletindo na segregação da população mais nobre e a população periférica, sendo essa, muitas vezes sem acesso ao saneamento básico.

A ausência de saneamento básico, quando associada com as atividades humanas, causa um aumento significativo nas doenças relacionadas à veiculação hídrica, essa como exemplo, é a segunda maior causa de morte das crianças do mundo. Desse modo, o controle da qualidade dos mananciais é de suma importância para a sadia qualidade de vida da população, pois, o consumo da água potável, está diretamente ligada a redução de incidências de diversas doenças. (EMBRAPA, 2016).

3 METODOLOGIA

Quanto ao objetivo da pesquisa, se trata de uma pesquisa descritiva, quanto a abordagem é uma pesquisa quali-quantitativa de dados. Sobre os procedimentos, se caracteriza tanto uma pesquisa bibliográfica quanto uma pesquisa de campo.

3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O prezado estudo foi realizado no município de Teresina, capital do Estado do Piauí, localizada na região Nordeste do Brasil, sendo a única capital nordestina que não possui litoral, fazendo fronteira com a cidade de Timon, no Maranhão. Apesar da ausência de região litorânea, a cidade é banhada por dois grandes rios: Poti e Parnaíba. Sua população corresponde a aproximadamente 866 mil habitantes e densidade demográfica de 622,66 habitantes por quilômetro quadrado, segundo dados do último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 2022. (IBGE, 2022).

Os bairros da cidade são divididos por zonas: Norte, Sul, Sudeste, Leste e Centro, estando em um grande crescimento populacional nos últimos anos, uma vez que, no censo de 2010, a população teresinense era de 814.230, ou seja, houve um aumento quando comparamos no censo de 2022, sendo a diferença pouco mais de 50 mil habitantes. (IBGE, 2010; IBGE, 2022). Para o ano de 2024, a estimativa é de que a população alcance cerca de 902.644 mil habitantes.

Sobre os aspectos naturais, se faz necessário comentar a respeito dos corpos hídricos, pois existem muitos corpos d'água como lagoas e rios. Segundo o IBGE, em 2010, sua vegetação era cerca de 72,3% em vias públicas e o seu bioma predominante é o Cerrado (2024).

As principais atividades econômicas da cidade de Teresina são no setor de serviço, comércio, indústria, construção civil e agropecuária. Sobre o índice de empregos, podemos destacar que no ano de 2021, cerca de 191.261 pessoas estavam empregadas, refletindo a contribuição na economia local. O número de empregados no ano de 2021 demonstra um grande avanço quando comparado com o ano anterior (2020), essa variação pode estar relacionada ao surgimento da Pandemia de Covid-19. (TERESINA, 2022).

O quadro de saneamento básico em Teresina é preocupante, uma vez que, existem problemas tanto na drenagem urbana, quanto no sistema de esgotamento sanitário. Na drenagem urbana, é comum acontecer enchentes e alagamentos, refletindo a problemática do mau planejamento ambiental na cidade. Na questão da cobertura de esgoto, também não é

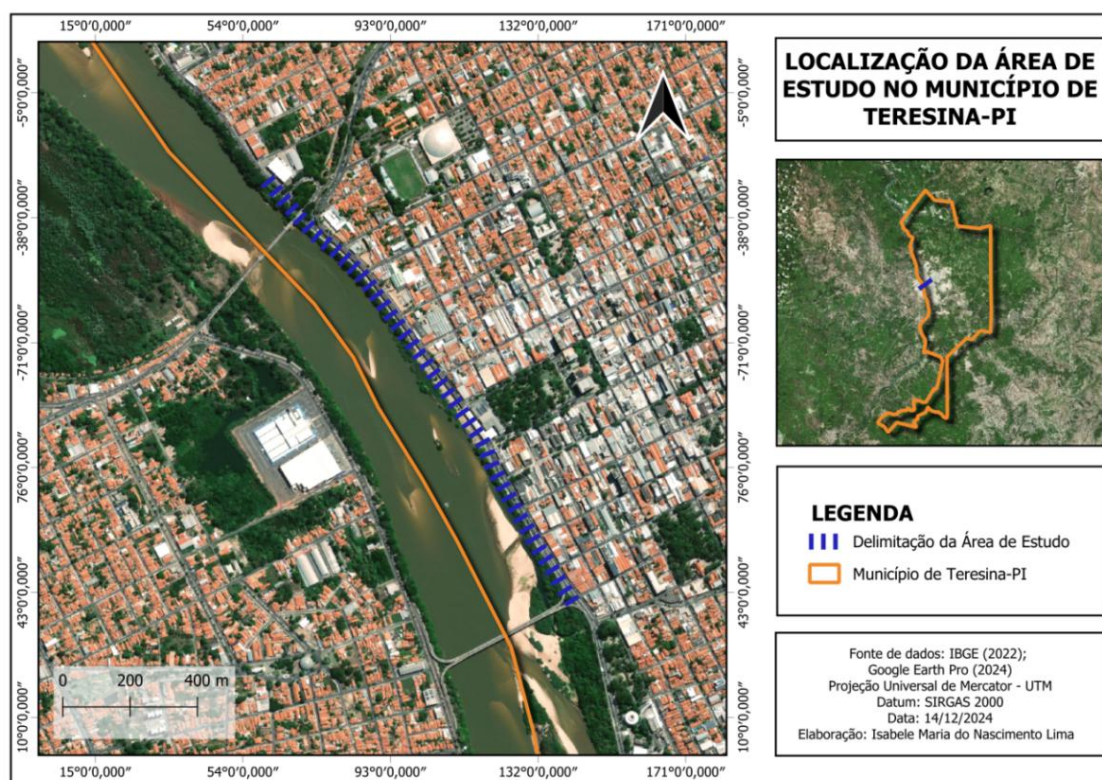
diferente, isso porque não existe a cobertura total desse serviço para a população.

Diante dessa problemática, os dados divulgados em 2010 do IBGE indicam que o número de pessoas expostas ao risco, é de 26.773 pessoas, ou seja, indivíduos que estão suscetíveis a desastres ambientais, como risco de inundações, enxurradas, e deslizamentos de terras. Esse dado revela uma situação crítica, no qual deve ser cuidadosamente analisado por entes governamentais.

Segundo dados divulgados no site oficial da Águas de Teresina (empresa responsável pelo abastecimento de água potável e pelo sistema de esgotamento sanitário na cidade), após a atuação da concessionária em Teresina, nos últimos 6 anos, a cobertura de esgotamento sanitário saiu de 19% para 43,4%, ou seja, houve uma melhora significativa, mas não o suficiente para uma cobertura completa na cidade. A meta para o final de 2024 é que chegue a 59% de cobertura na cidade. (ÁGUAS DE TERESINA, 2023).

Nesse sentido, a área de estudo desse trabalho, se deu no trecho do Rio Parnaíba, mais precisamente no trecho entre a Ponte Governador José Sarney, conhecida vulgarmente como Ponte da Amizade, a montante e alguns metros após a Ponte João Luís Ferreira, conhecida vulgarmente como Ponte Metálica, a jusante, parte dessa área corresponde a área localizada no centro de Teresina. A figura a seguir delimita a área de estudo.

Figura 1 - Mapa de Localização da Área de Estudo.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

3.2 METODOLOGIA DA CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

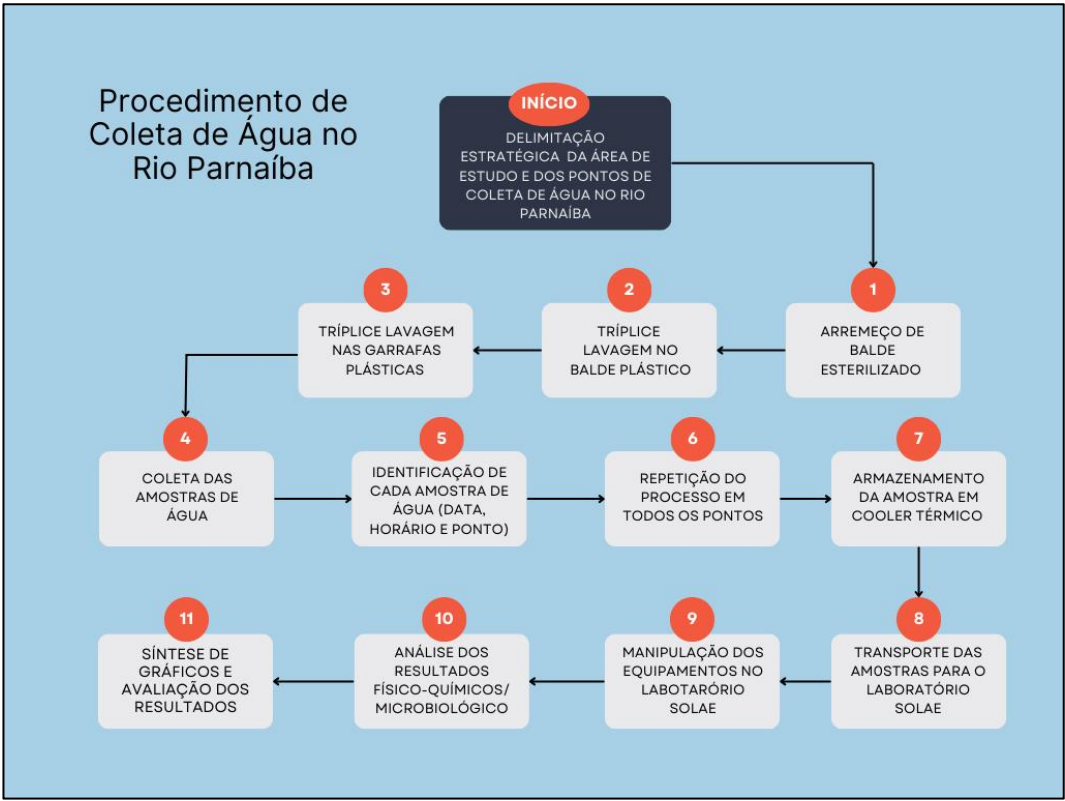
Para caracterizar atividades com potencial poluidor, foi realizado uma observação da área delimitada no centro de Teresina, e um levantamento de campo, com a realização de registros fotográficos. A tabulação de dados se deu através de planilhas no Excel, como também na síntese de gráficos a fim de simplificar a compreensão desses dados. Os critérios estabelecidos são os seguintes:

- Presença de resíduos sólidos;
- Identificação do processo de erosão do solo;
- Presença de disposição de efluente no rio;
- Principais atividades na margem do rio (comércio, lazer, esportes);
- Situação da vegetação na margem do rio;
- Odor e cor da água do rio;
- Uso das margens para fins sanitários;
- Vestígios que remetem a ocupação humana na margem;
- Antropização da área;
- Identificação de queimadas existentes de um passado próximo;
- Usos múltiplos do Rio Parnaíba.

3.3 METODOLOGIA DAS ANÁLISES DE ÁGUA

Com a finalidade de facilitar a compreensão do trabalho, elaborou-se o fluxograma abaixo, com as etapas das coletas de água.

Figura 2 - Fluxograma de manipulação das amostras de água durante as coletas no Rio Parnaíba.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

As coletas e análises da água do Rio Parnaíba foram realizadas a partir da distribuição de 5 pontos estratégicos, em que foi feito a coleta de amostras de água, em um período de 4 meses (Maio, Junho, Julho e Agosto) no ano de 2024. O quadro a seguir mostra as coordenadas geográficas, seguido dos pontos de referência de cada ponto de coleta.

Quadro 1 - Identificação dos pontos de coleta.

Pontos de coleta de água no Rio Parnaíba		
Delimitação de pontos de coleta de água	Coordenadas Geográfica	Pontos de referência
Ponto de coleta 1	5° 5'40.89"S 42°49'3.66"O	Próximo a Ponte José Sarney, próximo à Rua Paissandu, Centro.
Ponto de coleta 2	5° 5'35.22"S 42°49'6.83"O	Próximo ao ponto de taxista, Rua Álvaro Mendes, Centro.
Ponto de coleta 3	5° 5'28.86"S 42°49'10.24"O	Próximo ao Troca-Troca, Estação de metrô, Centro.

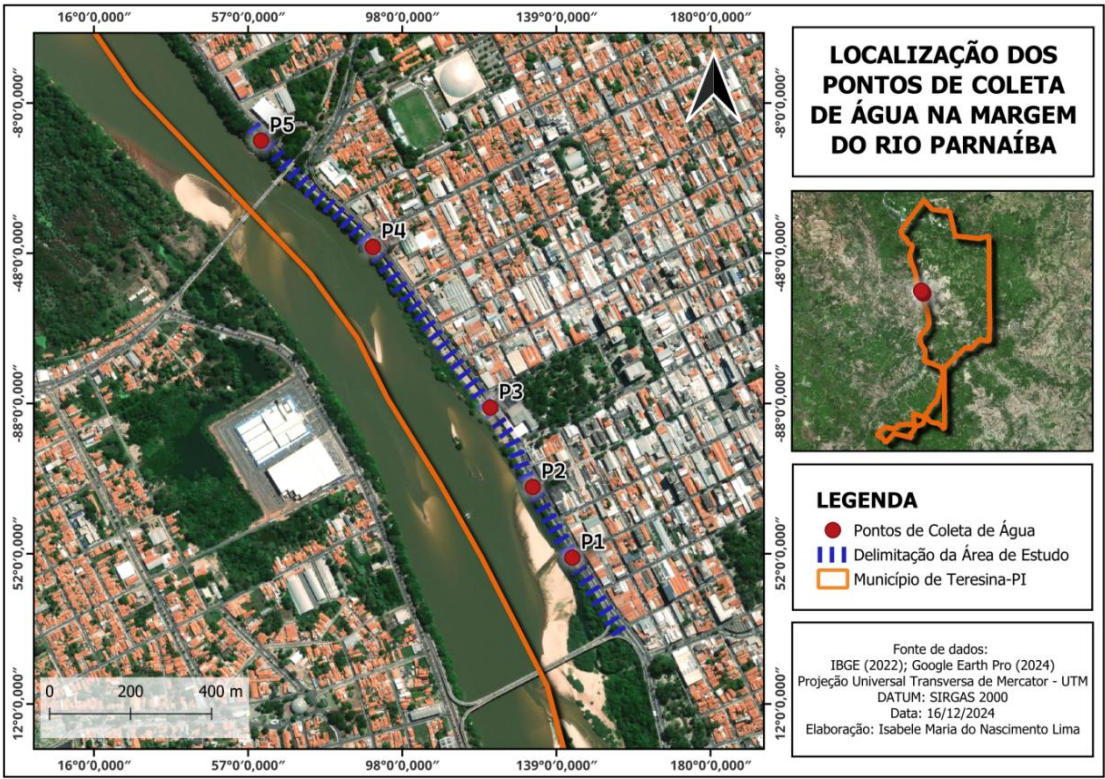
Ponto de coleta 4	5° 5'15.96"S 42°49'19.66"O	Próximo a Avenida Campos Sales, Centro.
Ponto de coleta 5	5° 5'7.44"S 42°49'28.62"O	Acesso pelo Restaurante Brisa Verde, Grupo Adriano Cobuccio e Ponte Metálica.

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Os critérios de escolha para a delimitação dos 5 pontos de coletas das amostras de água, se deram principalmente em decorrência dos seus respectivos acessos. Os pontos escolhidos, já demonstravam características de antropização e alguns caminhos, ao qual, já havia sido adentrado, pela ausência de vegetação, o que permitiu o acesso aos pontos.

O mapa a seguir ilustra a delimitação dos pontos de coleta de água no Rio Parnaíba, sendo o ponto de coleta 1, situado a montante do rio e o ponto de coleta 5, em direção a jusante. As figuras 1 e 3, foram sintetizadas através do programa QGIS, no qual ilustra os pontos de coleta de água, como também a área de estudo. A delimitação dos pontos de coleta de água foi realizada através de marcações de pontos pelo GPS.

Figura 3 - Mapa de Localização dos Pontos de Coleta de Água.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

As imagens a seguir ilustram os pontos de coleta de 1 à 5 e seus respectivos acessos.

Figura 4 - Ponto de coleta 1 (Próximo a Ponte José Sarney).
Figura 5 - Acesso ao ponto de coleta 1.



Fonte: Autora, 2024.

As imagens a seguir ilustram o ponto de coleta 2 (Figuras 6 e 7), localizado próximo ao ponto de taxista, na Avenida Maranhão.

Figura 6 - Ponto de coleta 2
(Próximo ao ponto de taxista).



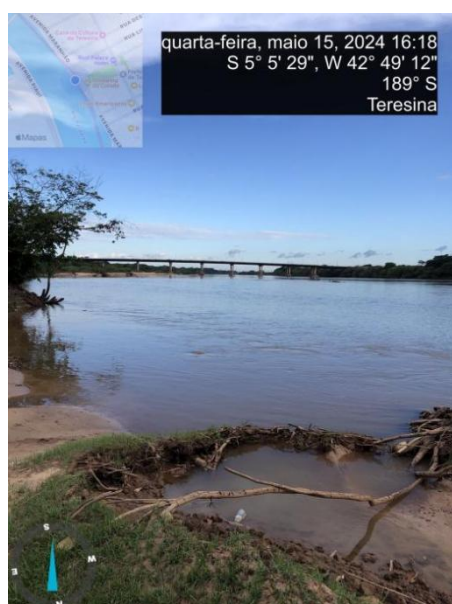
Fonte: Autora, 2024.

Figura 7 - Acesso ao ponto 2.



As imagens a seguir ilustram o ponto de coleta 3 (Figuras 8 e 9), e o seu acesso, localizado próximo ao Troca-troca e estação de metrô, na Avenida Maranhão.

Figura 8 - Ponto de coleta 3 (Próximo ao
Troca-Troca).



Fonte: Autora, 2024.

Figura 9 - Acesso ao ponto de coleta 3.



As imagens a seguir ilustram o ponto de coleta 4 (Figuras 10 e 11), seguido do acesso

localizado na Avenida Maranhão e próximo da Avenida Campos Sales.

Figura 10 - Ponto de coleta 4 (Próximo à Avenida Campos Sales).

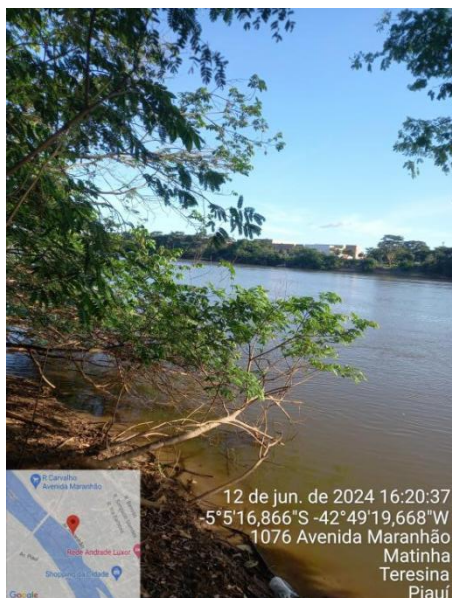


Figura 11 - Acesso ao ponto de coleta 4.



Fonte: Autora, 2024.

As imagens a seguir ilustram o ponto de coleta 5 (Figuras 12 e 13) e o seu acesso localizado na Avenida Maranhão, próximo a um restaurante situado na margem do rio.

Figura 12 - Ponto de coleta 5 (Próximo a Ponte Metálica).

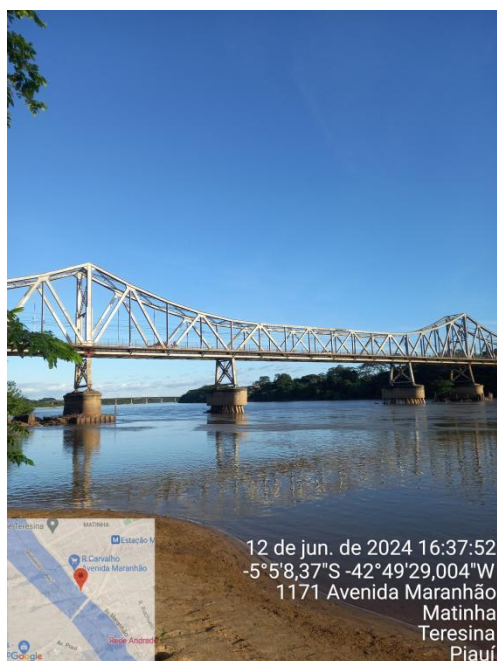
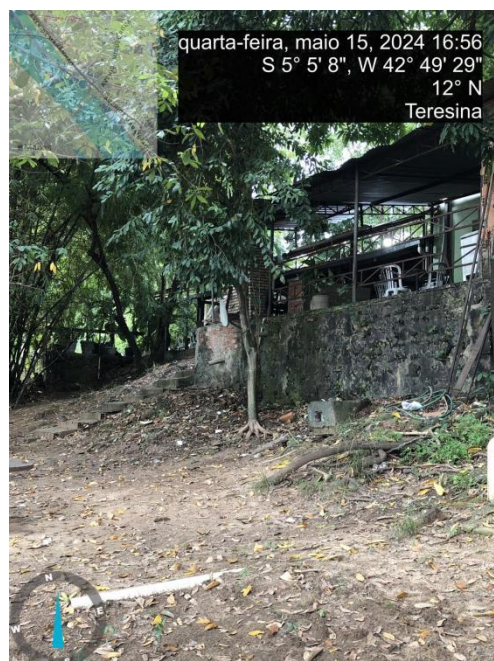


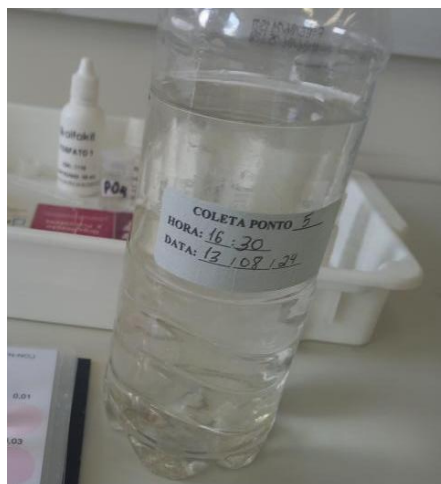
Figura 13 - Acesso ao ponto 5 pelo restaurante na margem do rio.



Fonte: Autora, 2024.

As coletas foram feitas na margem do Rio Parnaíba, através do arremesso de um balde de plástico, amarrado em uma corda, no qual fizemos tríplex lavagem. Após isso, houve a coleta de uma amostra de cada ponto, com o uso de garrafas de plástico esterilizadas, no qual também foi realizado a tríplex lavagem de cada garrafa, em que foram identificadas com a data, o horário e o ponto de coleta, como mostra a figura a seguir.

Figura 14 - Rótulo de identificação das amostras de água.



Fonte: Autora, 2024.

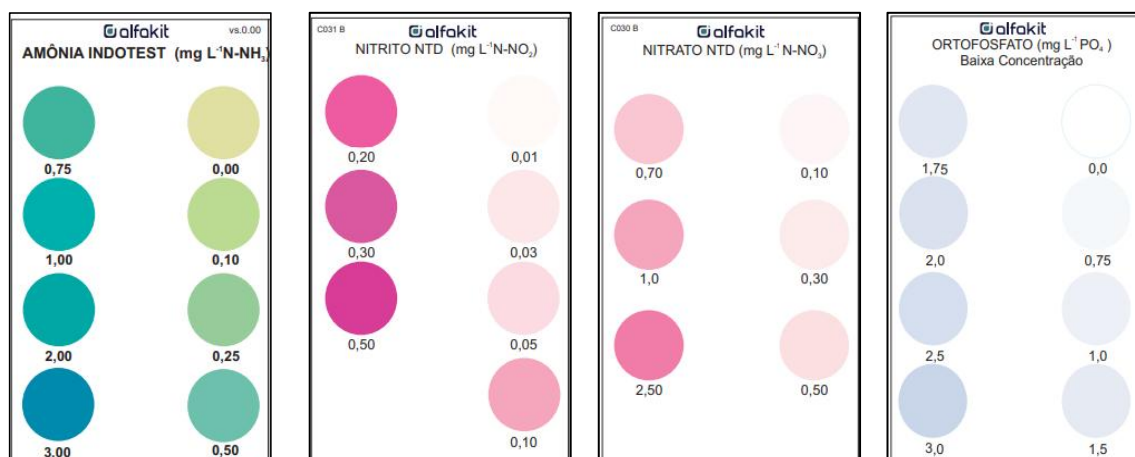
Após a coleta das amostras em cada ponto de coleta, com cada amostra já identificada, utilizou-se um cooler térmico para armazenar as amostras e levar para o Laboratório de Solos, Água e Esgoto (SOLAE) no Instituto Federal do Piauí (IFPI), Campus Teresina Central. As análises de cada amostra foram realizadas através da manipulação de equipamentos e materiais do Laboratório SOLAE.

A partir do uso do Laboratório SOLAE, realizou-se as análises de água com os seguintes equipamentos:

- Alfakit - Eco Kit.

O equipamento da Alphakit foi utilizado através das análises colorimétricas para identificar a presença de Amônia (NH_3), Nitrito (NO_2), Nitrato (NO_3) e Ortofosfato (PO_4^{3-}) nas amostras, como mostra a figura 15.

Figura 15 - Análise colorimétrica de Amônia (NH_3), Nitrito (NO_2), Nitrato (NO_3) e Ortofosfato (PO_4^{3-}).



Fonte: Manual de Instruções, Alfakit.

- Sonda AK88v2

Utilizou-se o Medidor Multiparâmetro AK88v2 para as análises de pH, Condutividade, Salinidade, TDS (Sólidos Totais Dissolvidos) e Oxigênio Dissolvido. Abaixo consta o registro fotográfico realizado durante a utilização do medidor multiparâmetro na análise de água, como mostra a figura 16.

Figura 16 - Medidor Multiparâmetro Sonda AK88v2.



Fonte: Autora, 2024.

- COLIPAPER, Alphakit, Micro Estufa Microbiológica

Figura 17 - Micro Estufa Microbiológica e COLIPAPER.



O COLIPAPER também da Alphakit, foi utilizado para a realização das análises dos parâmetros de E.coli , Coliformes Totais e Flora Acompanhante, onde foram feitas as análises Bacteriológicas de cada amostra de água, como mostra a figura 17.

Fonte: Manual de Instruções, Alfakit.

Foi utilizado ainda, um termômetro para a realização das análises de temperatura local das margens do rio durante as coletas de água.

A tabulação dos dados se deu através de planilhas no Excel, como também a síntese de gráficos a fim de simplificar a compreensão dos dados obtidos. Como já mencionado, para o caso das análises da água do Rio Parnaíba, será utilizado a Resolução CONAMA 357/2005, no qual será utilizada com a finalidade de manipular dados causando um efeito comparativo dos resultados e não de um efeito classificatório de corpo hídrico.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 RESULTADOS DA CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DAS ÁREAS

Durante as visitas de campo, realizou-se a caracterização ambiental da margem do Rio Parnaíba localizada dentro da delimitação da área de estudo. A partir das observações, identificou-se diversos aspectos, como o assoreamento do corpo hídrico, presença de resíduos sólidos dispostos incorretamente, desmatamento e outros indicadores da presença de atividades antrópicas na Área de Preservação Permanente. Ao longo do trabalho, essas observações serão detalhadas com mais precisão, a fim de exemplificar os resultados com a utilização de texto, seguido de ilustrações.

4.1.1 Ponto de coleta 1 (Próximo a Rua Paissandu, Centro)

Na área do ponto de coleta 1 (Figuras 18 e 19), realizou-se a caracterização da margem do rio, e observou-se alteração na padronização da água, em função de cor e odor, assim como, a presença de resíduos sólidos dispostos incorretamente, assoreamento do curso hídrico e vegetação antropizada. Também é válido comentar a respeito da dificuldade de acesso ao ponto, pelo excesso de resíduos sólidos no chão e pela inclinação do relevo. Podemos observar nas figuras a seguir, a comprovação dessas características.

Figura 18 - Resíduos sólidos e vegetação antropizada.



Figura 19 - Presença de Resíduos Sólidos.



Fonte: Autora, 2024.

4.1.2 Ponto de coleta 2 (Próximo ao ponto de taxista)

Na área do ponto de coleta 2 (Figuras 20 e 21), realizou-se a caracterização ambiental da margem do rio, e observou-se a presença de resíduos sólidos, assoreamento do curso hídrico, vegetação antropizada, uso da margem do rio para fins sanitários, mau odor, água com aspecto de alteração em função da cor e odor. Nas imagens a seguir, ilustram essas características. Também é visto na proximidade, a presença de galerias de drenagem, atividade de taxistas e ponto de ônibus próximo.

Figura 20 - Assoreamento no curso hídrico nos pontos 1 e 2.



Fonte: Google Earth, 2024.

Nas imagens a seguir, pode-se observar a presença de resíduos sólidos dispostos incorretamente.

Figura 21 - Presença de Resíduos Sólidos, Galeria de Drenagem e Vegetação Antropizada.



Fonte: Autora, 2024.

4.1.3 Ponto de coleta 3 (Próximo ao Troca-Troca)

No ponto de coleta 3 (Figuras 22, 23 e 24), realizou-se a caracterização ambiental da área, identifica-se os seguintes aspectos na margem do rio, como a supressão vegetal, assoreamento do leito do rio, presença de resíduos, também acúmulo de resíduos no canal de drenagem, atividades de comércio na Área de Preservação Permanente, transporte hidroviário (barco) e presença de turistas.

Na caracterização das atividades nas proximidades do rio, destaca-se sobretudo as atividades de comércio local, como os estabelecimentos muito conhecidos e até considerado como pontos turísticos: o Troca-troca e o Shopping da Cidade, entre outros.

Figura 22 - Supressão vegetal,
Intensificação dos processos erosivos do
solo e a presença de resíduos sólidos.



Figura 23 - Presença de resíduos em canal
de drenagem.



Fonte: Autora, 2024.

Figura 24 - Assoreamento do curso hídrico no ponto 3.



Fonte: Autora, 2024.

4.1.4 Ponto de coleta 4 (Próximo a Avenida Campos Sales, Centro)

No ponto de coleta 4 (Figuras 25, 26, 27 e 28), realizou-se a caracterização ambiental da área, identifica-se os seguintes aspectos na margem do rio, como a vegetação antropizada, queimadas, presença de resíduos sólidos, sobretudo os de construção civil, e o solo encontra-se a intensificação dos processos de erosivos.

Também foram encontradas evidências que remetem a presença humana, como a presença de cortinas, resíduos domiciliares, sobretudo de embalagens de medicamentos. Sobre a caracterização das atividades próximas da margem do rio, podemos citar o setor comercial.

Figura 25 - Presença de Resíduos Sólidos de Construção Civil.



Figura 26 - Vegetação queimada e presença de Resíduos Sólidos.



Fonte: Autora, 2024.

Figura 27 - Presença de cortinas.



Fonte: Autora, 2024.

Figura 28 - Solo desprotegido, intensificação dos processos erosivos.



Fonte: Autora, 2024.

4.1.5 Ponto de coleta 5 (Próximo a um restaurante e a Ponte Metálica)

No ponto 5 (Figuras 29, 30 e 31), realizou-se a caracterização ambiental da área, identifica-se os seguintes aspectos na margem do rio, como o despejo irregular de efluentes, (visualmente) sem tratamento, e sua vegetação se encontra antropizada. Foi observado a existência de prestação de serviços de alimentação e bebida (restaurante) na margem do rio, presença de resíduos sólidos descartados incorretamente, presença de peixe e pescadores no rio.

Figura 29 - Construções e detalhamento de disposição irregular de efluente na margem do rio.



Figura 30 - Atividades de lazer e prestação de serviço na margem do rio.



Fonte: Autora, 2024.

Figura 31 - Presença de Resíduos Sólidos.



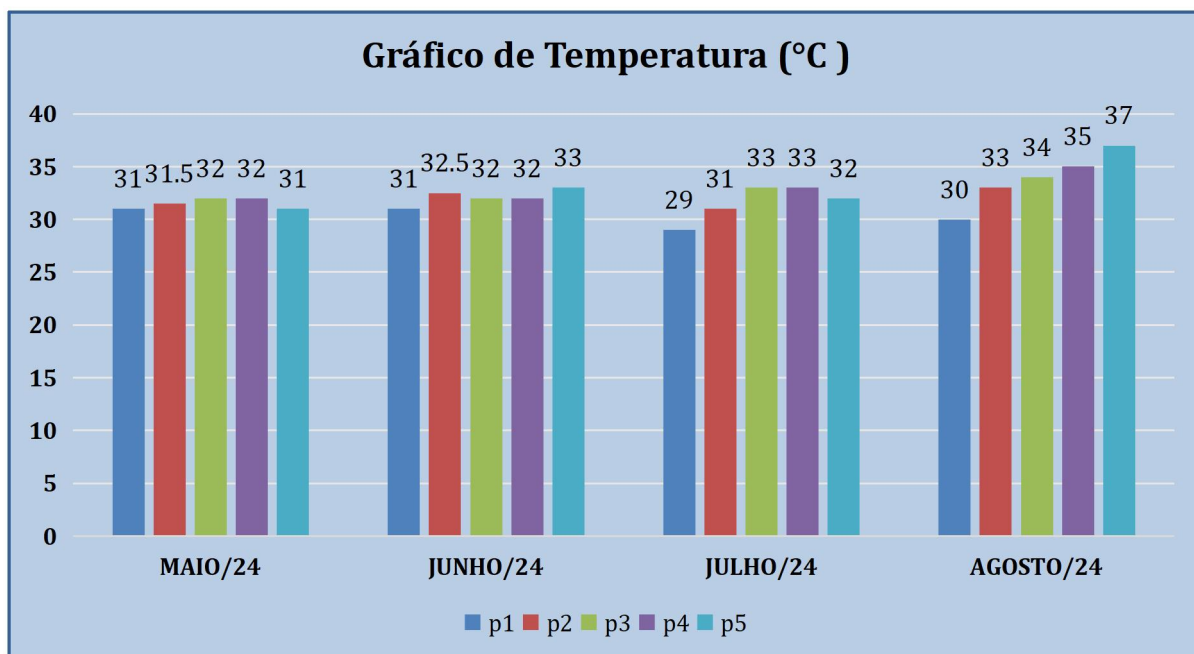
Fonte: Autora, 2024.

4.2 RESULTADOS DAS ANÁLISES DE ÁGUA

Para as análises das amostras de água, foram realizadas coletas de água mensais em um período de 4 meses, nos meses de Maio, Junho, Julho e Agosto, variando entre os dias 9 e 15 de cada mês no ano de 2024. As coletas se deram em 5 pontos distribuídos no trecho delimitado no Rio Parnaíba, como foi exposto no mapa de localização dos pontos de coleta de água, no tópico de metodologia.

Abaixo, seguem as análises dos resultados referentes as coletas realizadas compreendendo o trecho em estudo, no Rio Parnaíba. Cada gráfico foi sintetizado a partir de cada parâmetro analisado.

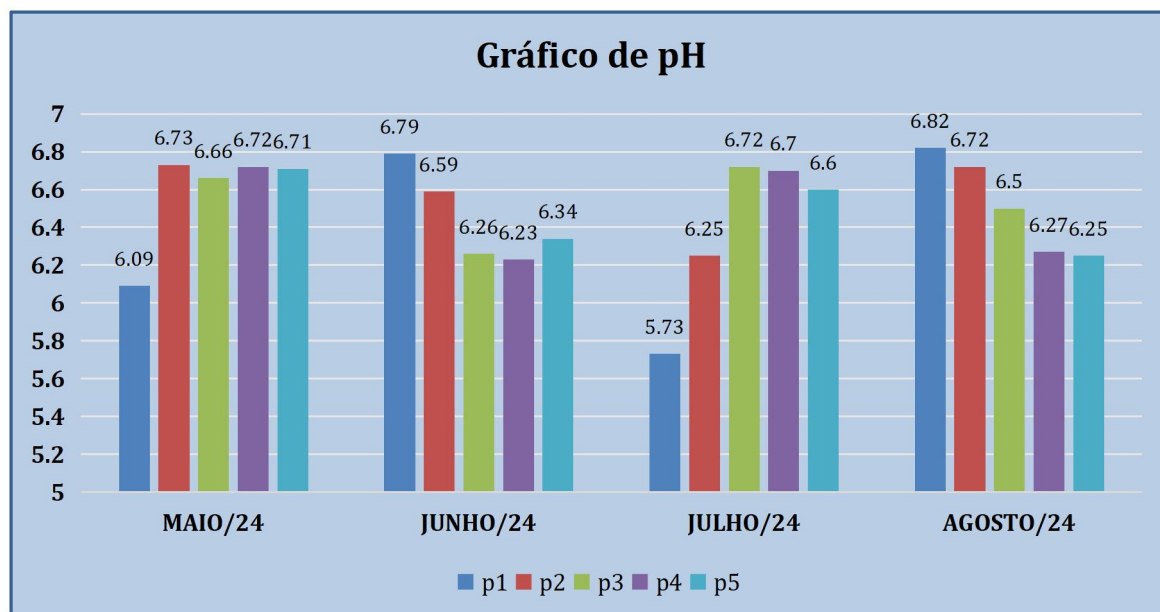
Figura 32 - Gráfico de Temperatura.



Elaborado pela autora, 2024.

Observou-se que os valores do parâmetro de Temperatura variaram entre 29°C e 37°C, sendo o menor valor identificado no ponto 1, no mês de Julho e o maior valor identificado no mês de Agosto, fato que pode ser justificado pelas condições climáticas do Piauí. Pela análise feita no mês de Agosto, pode-se observar que os valores sofreram acréscimo quando comparado aos meses anteriores, sendo crescente na ordem dos pontos de coletas (1, 2, 3, 4 e 5).

Figura 33 - Gráfico de pH (Potencial Hidrogeniônico)



Elaborado pela autora, 2024.

Observou-se variações nos valores de pH, alterando entre 5.73, na amostra de água do ponto de coleta 1, coletada no mês de Julho/24, à 6.82, amostra coletada também no ponto 1, mas no mês de Agosto/24. O menor resultado encontrado, como mencionado, foi de 5.73 na análise realizada no mês de Julho/24, referente ponto de coleta 1, esse resultado sugere que a amostra de água nesse local pode apresentar certo grau de acidez, já que, apresenta desacordo com a norma vigente, podendo afetar a vida aquática e a biodiversidade.

O resultado de 5.73 de pH, encontra-se em desconformidade ao que consta na Resolução CONAMA 357/2005 para Águas Doces, Classe 2, já que a resolução estabelece que os valores não devem ser menores que 6 e nem maiores que 9. Aos demais resultados obtidos, todos encontram-se em acordo com o que estabelece a resolução CONAMA 357/2005.

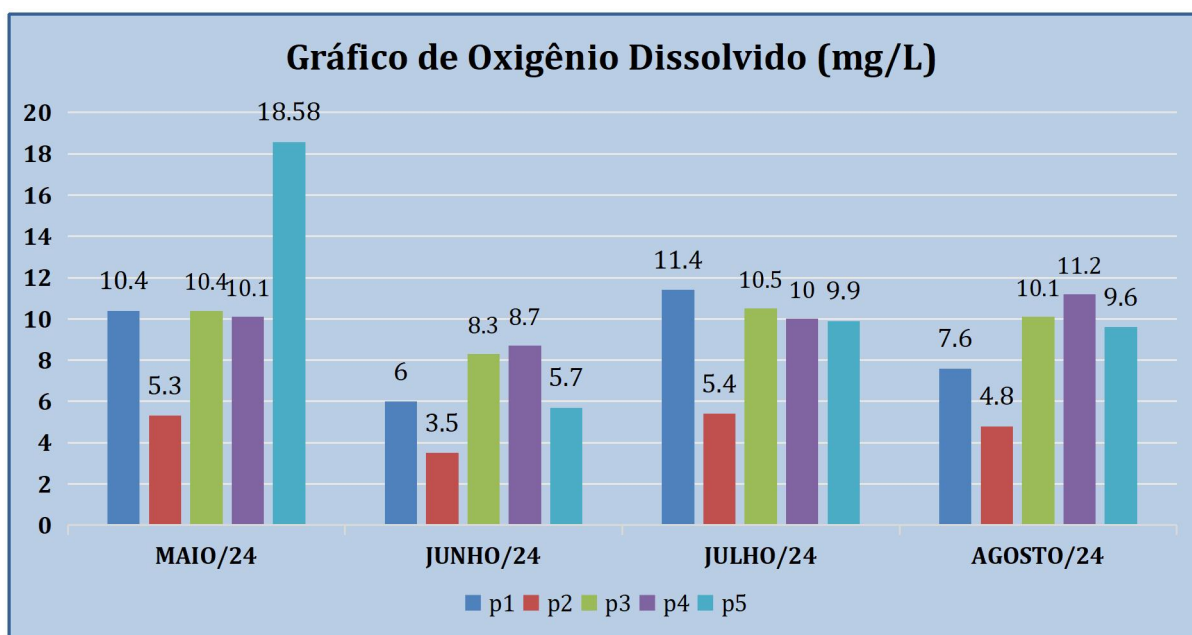
A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, trás uma definição do pH:

“O pH é uma medida do grau de acidez ou alcalinidade da água, sendo 7 o pH neutro. Valores acima de 7 (até 14) indicam o aumento do grau de alcalinidade e abaixo de 7 (até 0) o aumento do grau de acidez do meio.” (CETESB s.d.).

Com a alteração do pH na água, suas condições podem apresentar efeitos tóxicos para a vida aquática, tanto pela diminuição do pH, que pode ocasionar no aumento da frequência respiratória dos peixes, quanto pelo aumento do pH, que pode ocasionar na corrosão do epitélio branquial e das nadadeiras, em casos extremos, podem ocorrer mortandade dos peixes. (CETESB s.d.). Nesse sentido, a alteração do pH em corpos hídricos, ocasiona ou pode

ocasionar em diversos problemas para a vida aquática e em alguns casos, até a fatalidade. No contexto em que se comenta a respeito da área de estudo desse trabalho, os dados coletados durante a caracterização ambiental, podem reforçar a ideia de que os usos das margens junto a disposição irregular de efluentes e de resíduos no Rio Parnaíba, podem estar relacionadas à problemática de poluição das águas e alteração das taxas de pH, como demonstrado na figura 33.

Figura 34 - Gráfico de Oxigênio Dissolvido.



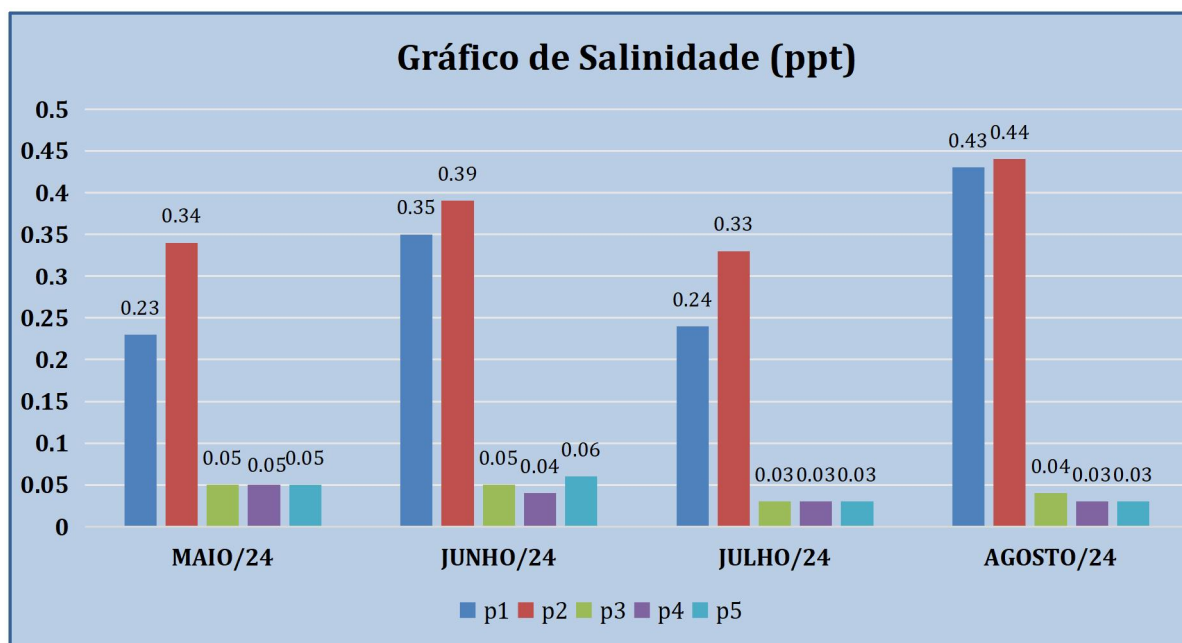
Elaborado pela autora, 2024.

No gráfico de Oxigênio Dissolvido (OD), observa-se a variações de 3.5 mg/L, no ponto de coleta 2, no mês de Junho/24, à 18,58 mg/L, no ponto 5, no mês de Maio/24. Segundo a Resolução CONAMA 357/2005, a quantidade de Oxigênio Dissolvido, para Classe II em Águas Doces, em qualquer amostra, não deve ser inferior a 5mg/L. Desse modo, a maioria dos resultados demonstram conformidade, pois são maiores de que 5mg/L, com exceção dos valores 3.5mg/L e 4.8mg/L, já que inferiores à 5mg/L, ambas amostras retiradas do ponto 2, mas diferindo do período de coleta, ao qual foram realizados, respectivamente, nos meses Junho/24 e Agosto/24.

Ademais, os resultados obtidos de OD do ponto de coleta 2, em todos os meses, são os menores quando comparados com os outros pontos de coleta. Desse modo, os resultados obtidos indicam que existe uma tendência para a diminuição dos resultados desse parâmetro, visto que, a utilização da margem nesse trecho do rio, estão relacionadas aos usos da população para fins sanitários, para a disposição de efluente sem tratamento e para o descarte de resíduos sólidos. Atividades essas, que podem estar relacionadas com a despadronização

da água em função de cor e odor, remetendo a relação com o fenômeno de Eutrofização do corpo hídrico.

Figura 35 - Gráfico de Salinidade.

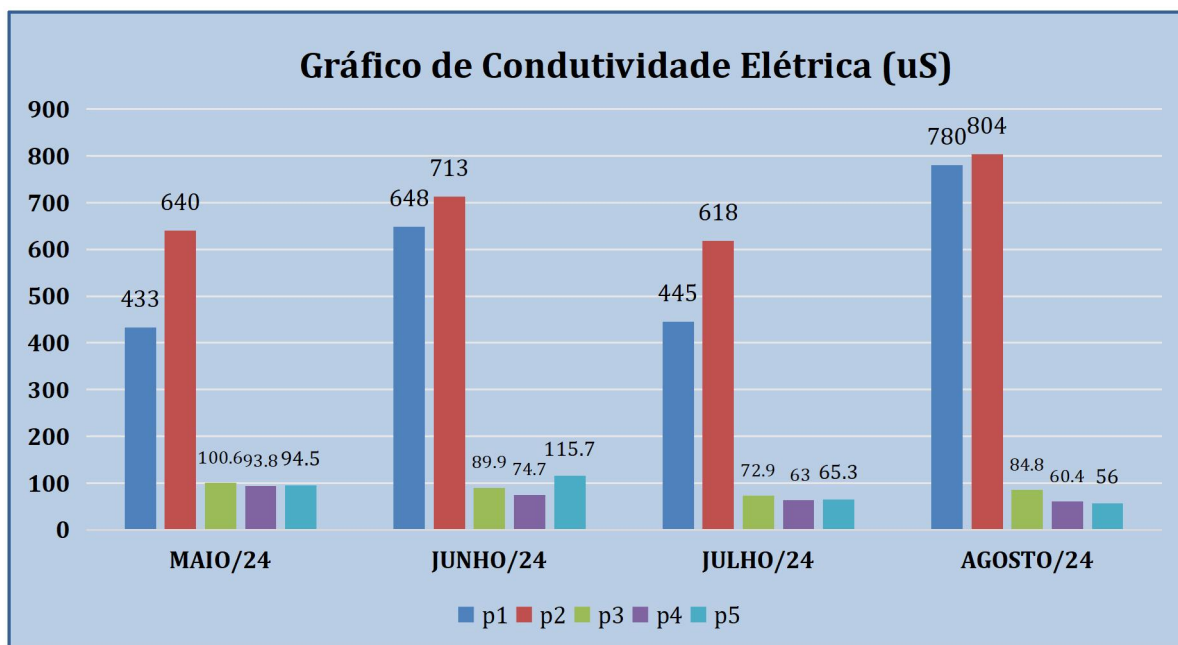


Elaborado pela autora, 2024.

Observou-se no gráfico de Salinidade, uma variação de 0,03 ppt à 0,44 ppt, a Resolução CONAMA 357/2005, classifica águas doces igual ou inferior a 0,5%, portanto, os resultados encontrados refletem a característica da qualidade de água do rio, pois, o Rio Parnaíba é classificado como água doce. Entretanto, apesar dos resultados em geral demonstrarem conformidade com o que estabelece a resolução, os resultados encontrados nos pontos de coleta 1 e 2, podem ser bioindicadores de poluição, já que houve um destaque para esses dois pontos, quando comparado com os resultados obtidos nos demais pontos.

Posto isso, a alteração nos resultados encontrados nos pontos 1 e 2 para Salinidade, se deram potencialmente por conta dos usos múltiplos na margem do rio e no próprio corpo hídrico, isso porque, através da caracterização ambiental dessas áreas, podemos identificar a disposição irregular de efluente, o descarte incorreto de resíduos e o uso da margem para fins sanitários como ações que alteram ou podem alterar a qualidade da água do rio, e assim, alterar a taxa de sais minerais nos pontos. As atividades evidenciadas nos pontos 1 e 2, foram mais intensivas em comparação com as evidências encontradas nos pontos 3, 4 e 5.

Figura 36 - Gráfico de Condutividade Elétrica.



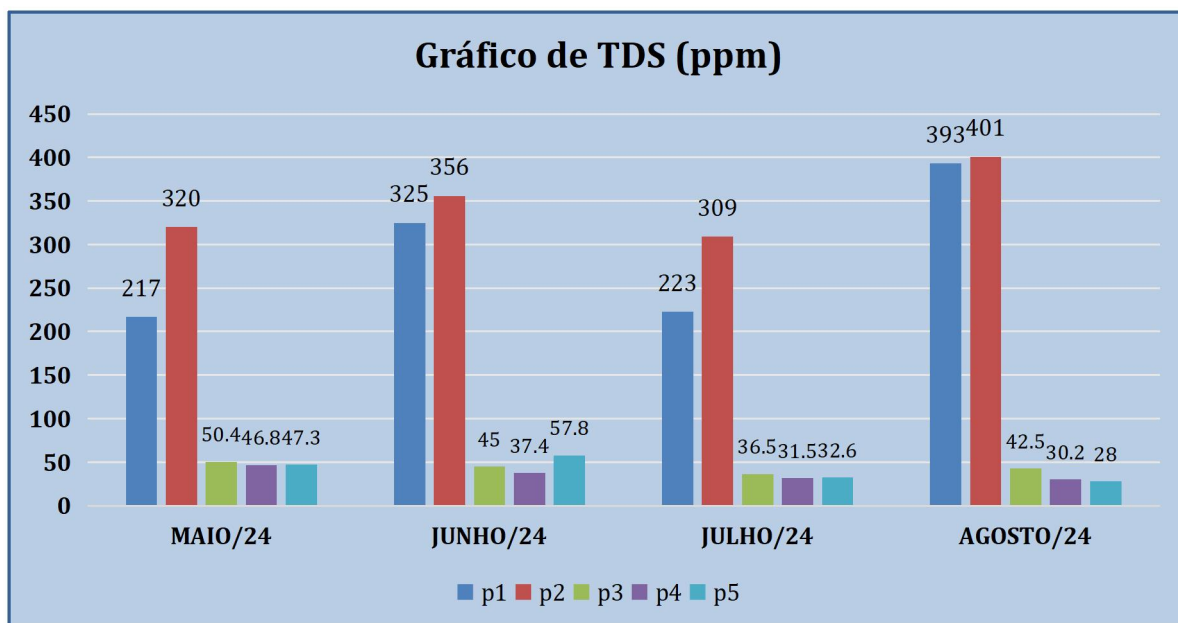
Elaborado pela autora, 2024.

A Condutividade Elétrica pode ser utilizada para medição da capacidade de ocorrer a condução de energia elétrica, esse parâmetro indica a quantidade de sais que ali existem, logo, indica também de uma forma indireta, a poluição na amostra de água. A expressão numérica pode ser aumentada conforme o aumento de sólidos dissolvidos, sendo valores superiores a $100\mu\text{S}/\text{cm}$, considerados altos. (CETESB, 2024).

Observou-se uma variação de 56 uS à 804 uS, nos resultados das análises das amostras de água. Esses valores obtiveram grande aumento em todos os meses de coleta de água, nos pontos 1 e 2 em comparação aos pontos 3, 4 e 5. O aumento nas taxas do ponto 1 e 2, se deram, supostamente, em decorrência das elevadas taxas de salinidade, também dos pontos de coleta 1 e 2.

Ademais, pode-se deduzir a origem dessa taxa de Condutividade Elétrica pelo uso dessas áreas, como mencionado no item anterior, pela disposição irregular de efluente e uso das margens para fins sanitários, já que o parâmetro de Salinidade complementa o parâmetro de Condutividade Elétrica. Não houve a comparação com a Resolução CONAMA 357/2005, pois não há nessa resolução a padronização de corpo hídrico para esse parâmetro.

Figura 37 - Gráfico de Sólidos Totais Dissolvidos (TDS).

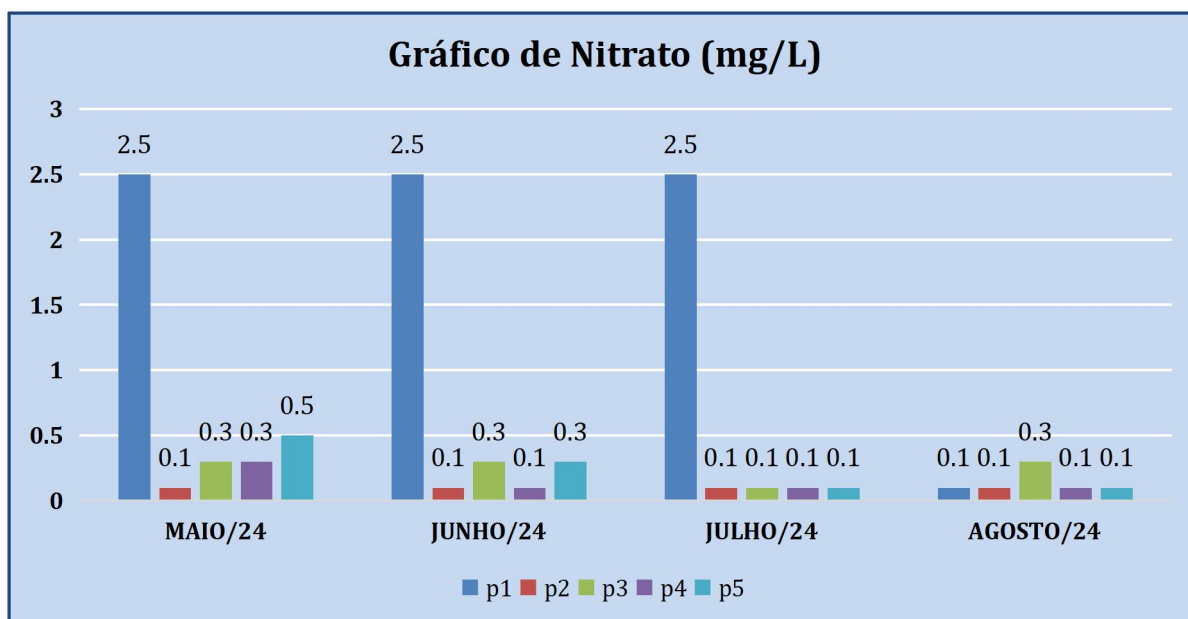


Elaborado pela autora, 2024.

No gráfico de Sólidos Totais Dissolvidos, observa-se que os valores variam de 28 ppm, no ponto de coleta 5, analisado no mês de Agosto/24 à 401 ppm, no ponto de coleta 2, também analisado no mês de Agosto/24. A resolução CONAMA 357/2005 classifica os corpos hídricos e estabelece padrões de qualidade de água, para o parâmetro de Sólidos Totais Dissolvidos, sua definição é de que o valor máximo para a sua presença em Água Doce, Classe II é de 500mg/L, desse modo, há conformidade com todas as análises realizadas em todos os pontos, de acordo com a resolução.

Entretanto, apesar dos resultados não apresentarem desconformidade com a resolução, os valores de TDS nos pontos de coleta 1 e 2, obtiveram grande destaque, uma vez que, demonstraram aumento em todos os meses quando comparados com os pontos 3, 4 e 5. A alteração representa ou pode representar características de poluição, assim como nas análises de Salinidade e Condutividade Elétrica.

Os resultados das análises de água dos pontos 1 e 2 podem estar relacionados aos múltiplos usos dessas áreas e do próprio rio, como mencionado nos itens anteriores, pela disposição irregular de efluente, uso das margens para fins sanitários, assoreamento do corpo hídrico e outras atividades de origem antrópica. Também é válido comentar que os resultados as análises de Salinidade e TDS são semelhantes, ou seja, um complementa o outro, já que os sais minerais são considerados uns tipos de sólidos encontrados nos corpos hídricos.

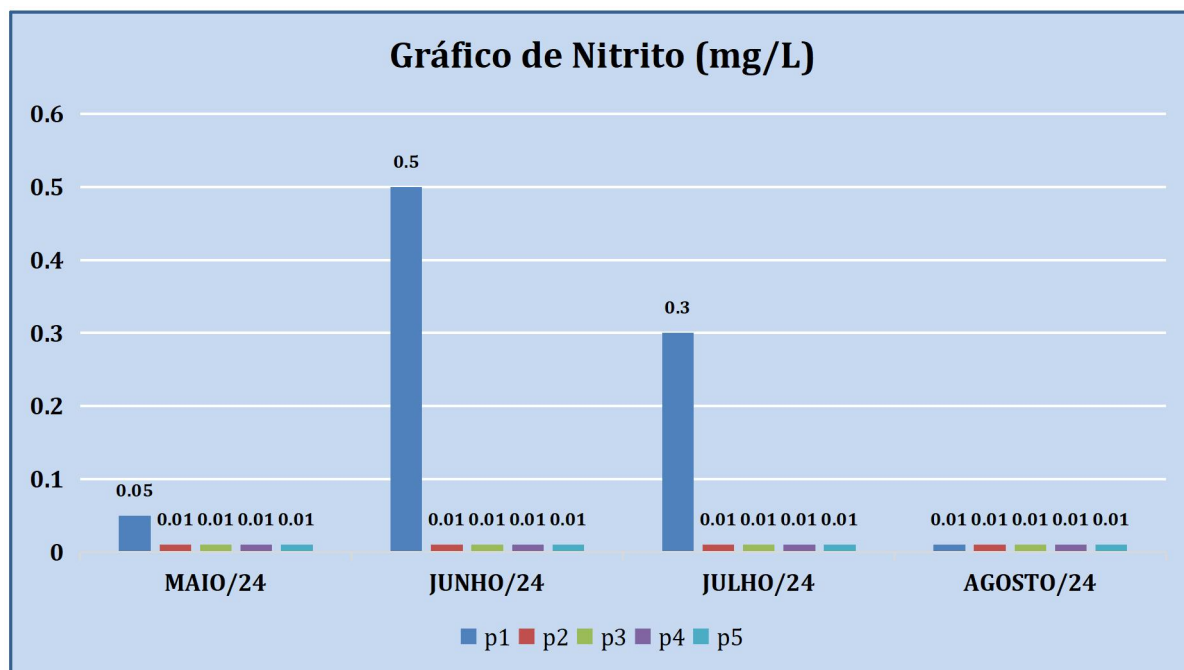
Figura 38 - Gráfico de Nitrato (NO_3).

Elaborado pela autora, 2024.

No gráfico de Nitrato (NO_3), observa-se que os valores variam de 0.1mg/L à 2.5 mg/L, sendo o segundo valor identificado apenas nas análises das amostras de coletadas no ponto 1. O resultado de 2.5 mg/L permanece padronizado nas coletas do ponto 1 feitas nos meses de Maio/24, Junho/24 e Julho/24, somente na coleta do mês de Agosto/24 houve uma redução significativa desse resultado, caindo para 0,1 mg/L.

A resolução CONAMA 357/2005 classifica os corpos hídricos e estabelece padrões de qualidade de água, para o parâmetro de Nitrato, sua definição é de que o valor máximo para a sua presença em Água Doce, Classe II é de 10mg/L, desse modo, há conformidade com todas as análises realizadas. Entretanto, o valor encontrado nas análises de Nitrato sugere alteração na qualidade de água no manancial, essa alteração se deu, supostamente em decorrência da disposição de efluente sem tratamento no ponto de coleta 1, como podemos identificar na caracterização ambiental realizada na área.

A contaminação da água por Nitrato nas zonas urbanas se dá principalmente por causa das atividades agrícolas, pela disposição inadequada de resíduos sólidos e pelo sistema de saneamento básico ineficaz. A presença de Nitrato em corpos hídricos pode causar diversos problemas, um deles é surgimento do fenômeno de Eutrofização Artificial para águas superficiais, podendo também causar a poluição de Aquíferos, evidenciando que a problemática não afeta somente as águas superficiais, mas também as águas subterrâneas. (SÃO PAULO, 2019).

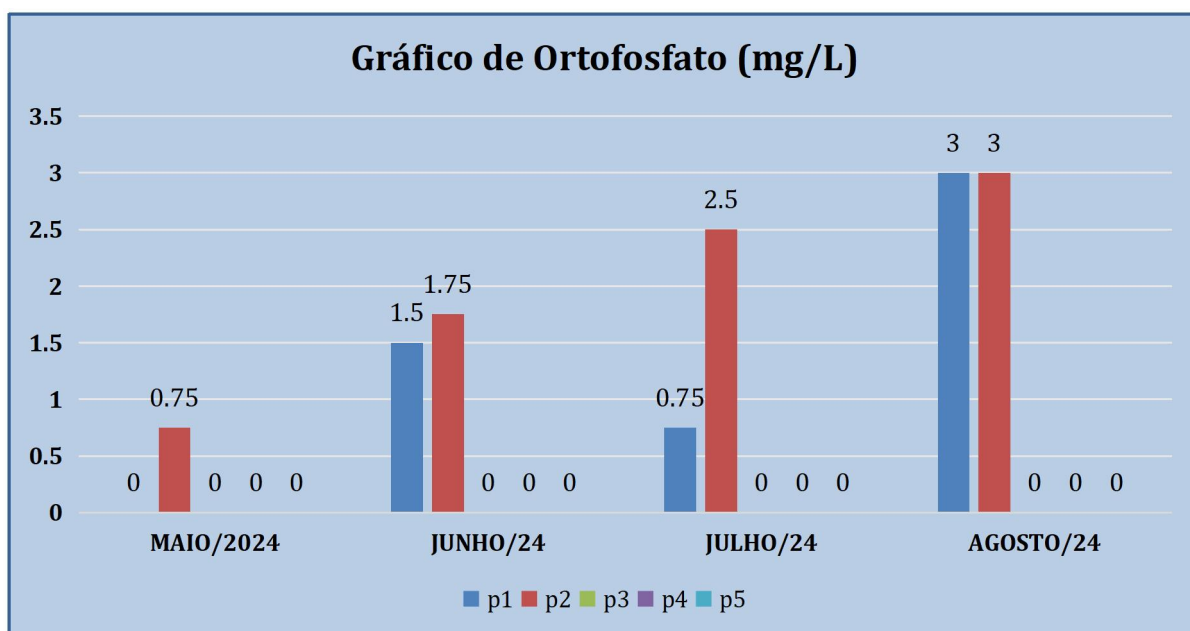
Figura 39 - Gráfico de Nitrito (NO_2).

Elaborado pela autora, 2024.

No gráfico de Nitrito (NO_2), observa-se que os valores dos resultados das amostras dos pontos 2, 3, 4 e 5 obtiveram os valores de Nitrito de 0.01 mg/L, já no ponto de coleta 1, houve um significativo aumento do resultado das amostras de água, ao qual sua variação foi de 0.05mg/L, 0.5mg/L, 0.3mg/L e 0.01mg/L, respectivamente, nas coletas realizadas nos meses de Maio/24, Junho/24, Julho/24 e Agosto/24.

A resolução CONAMA 357/2005 classifica os corpos hídricos e estabelece padrões de qualidade de água, para o parâmetro de Nitrito, sua definição é de que o valor máximo para a sua presença em Água Doce, Classe II é de 1.0 mg/L, desse modo, não há desconformidade com o que sugere a resolução. Entretanto, o valor encontrado nas análises de Nitrito sugere alteração na qualidade de água no manancial, essa alteração se deu, supostamente em decorrência da disposição de efluente sem tratamento no ponto de coleta 1, como podemos identificar na caracterização ambiental realizada na área.

De acordo com a CETESB (2022), os compostos Nitrato e Nitrito são usados nas atividades comerciais, como na síntese de fertilizantes inorgânicos e na conservação de alimentos, quando lançados nos corpos hídricos, podem causar uma série de problemas. Posto isso, o fenômeno de Eutrofização Artificial, que acontece pela alta concentração de matéria orgânica em rios e lagos, e contribui com a proliferação de algas no corpo hídrico, o que resulta na diminuição da concentração de oxigênio, e pode prejudicar a vida aquática.

Figura 40 - Gráfico de Ortofosfato (PO₄).

Elaborado pela autora, 2024.

No gráfico de Ortofosfato (PO₄), observa-se que os resultados das análises demonstram uma padronização nos pontos de coleta 3, 4 e 5, em todos os meses, uma vez que, não houve alteração maior que 0 mg/L. Entretanto, nos pontos de coleta 1 e 2, houve um aumento nos valores, de 0,75 mg/L à 3,0 mg/L, sendo as maiores alterações identificadas no mês de Agosto/24, em ambos os pontos.

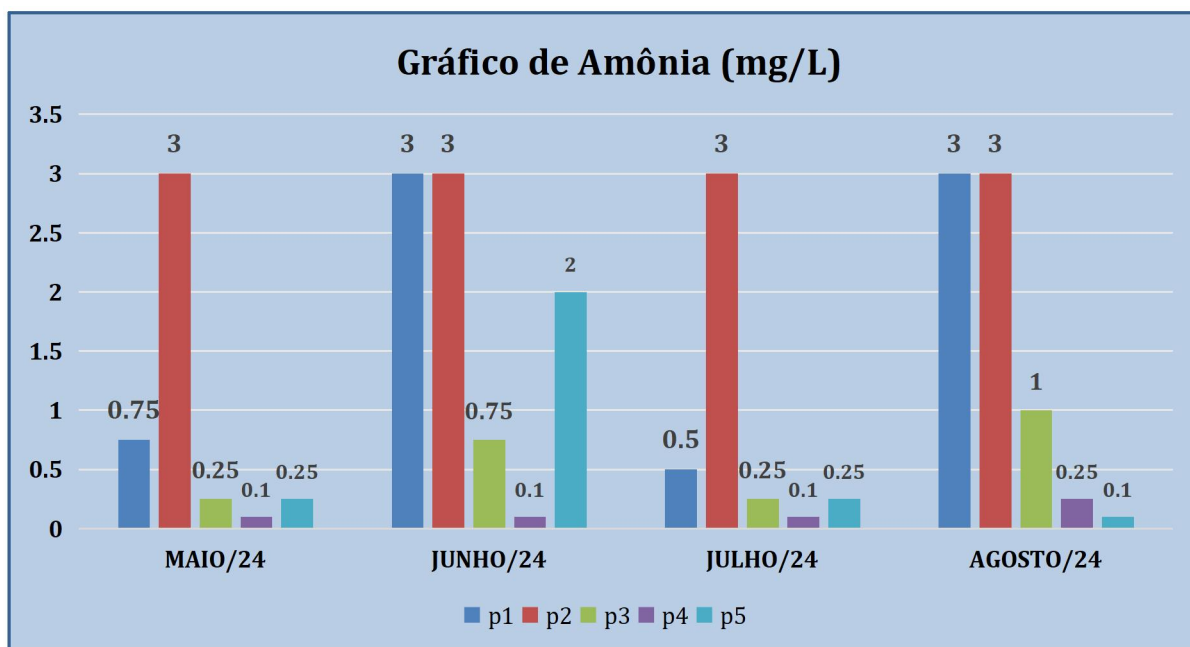
De acordo com os resultados das análises realizadas no ponto de coleta 2, podemos observar um crescimento em relação aos meses de coleta de água, de 0,75 mg/L, 1,75 mg/L, 2,5 mg/L à 3,0 mg/L, respectivamente, nos períodos de Maio/24, Junho/24, Julho/24 e Agosto/24. No ponto de coleta 1, no mês Junho/24 a presença de Ortofosfato era de 1,5mg/L, em Julho/24 era de 0,75mg/L e nas coletas realizadas em Agosto/24, os resultados alcançaram as maiores taxas, chegando em 3mg/L.

Os resultados obtidos das amostras coletadas nos pontos 1 e 2, representam, alteração na qualidade de água do manancial, essa alteração pode estar relacionada às atividades mencionadas nos itens anteriores, como a disposição de efluente possivelmente sem tratamento nesse trecho.

De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB (2016), a presença de Fósforo (P) em corpos hídricos, pode ter a origem, através de atividades humanas, como exemplo, ao descarte de esgotos sanitários. O Fósforo é encontrado em detergentes em pó, fertilizantes, pesticidas e outros produtos, por isso, o seu surgimento em corpos hídricos também pode estar associado à drenagem de águas agrícolas. Ademais, o Fósforo pode ser

representado na forma de Ortofosfato nas águas, e a presença desse indicador em corpos hídricos, sugere altas taxas de Fósforo e um cenário de propensão ao fenômeno de Eutrofização Artificial, podendo prejudicar a vida aquática.

Figura 41 - Gráfico de Amônia (NH₃).



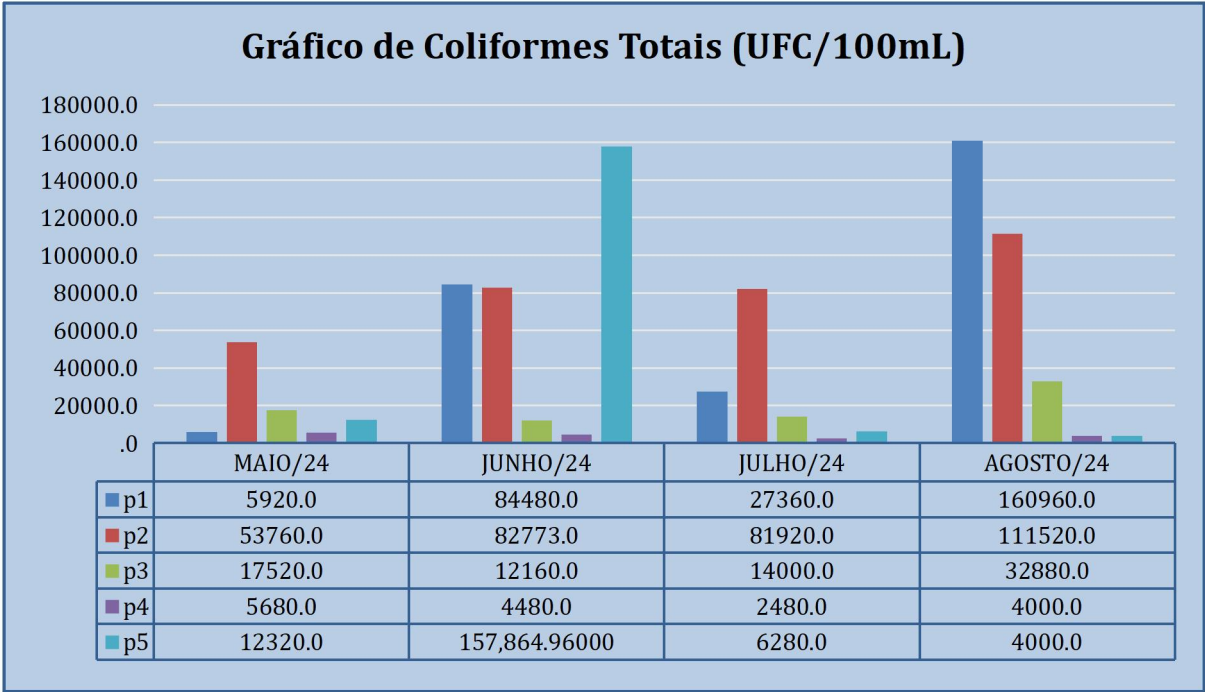
Elaborado pela autora, 2024.

No gráfico de Amônia (NH₃), podemos observar que os resultados das análises das amostras obtiveram uma variação, com o menor valor correspondente à 0.1mg/L e o maior valor de 3.0 mg/L, esses valores estão distribuídos em pontos diferentes de cada coleta.

De acordo com os resultados obtidos nos pontos de coleta 1 e 2, podemos observar que os resultados apresentam altas variações quando comparados com os resultados obtidos dos outros pontos. O aumento das taxas de Amônia nos pontos 1 e 2 podem estar relacionadas às atividades identificadas nesses pontos, como podemos citar a disposição de efluente sem tratamento e ao uso das margens do rio para fins sanitários.

De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB (2016), uma forma do Nitrogênio ser encontrado nos corpos hídricos, é na forma de Nitrogênio Amoniacal, que se caracteriza por ser de forma reduzida e de decomposição ativa, e através da análise de água, indica que a água se encontra poluída e o seu foco de poluição é próximo. Existem diversas formas de se originar Nitrogênio nas águas naturais, e dentre essas, a projeção de efluente se caracteriza como a principal, possibilitando tornar o corpo hídrico enriquecido de nutrientes e eutrofizá-lo.

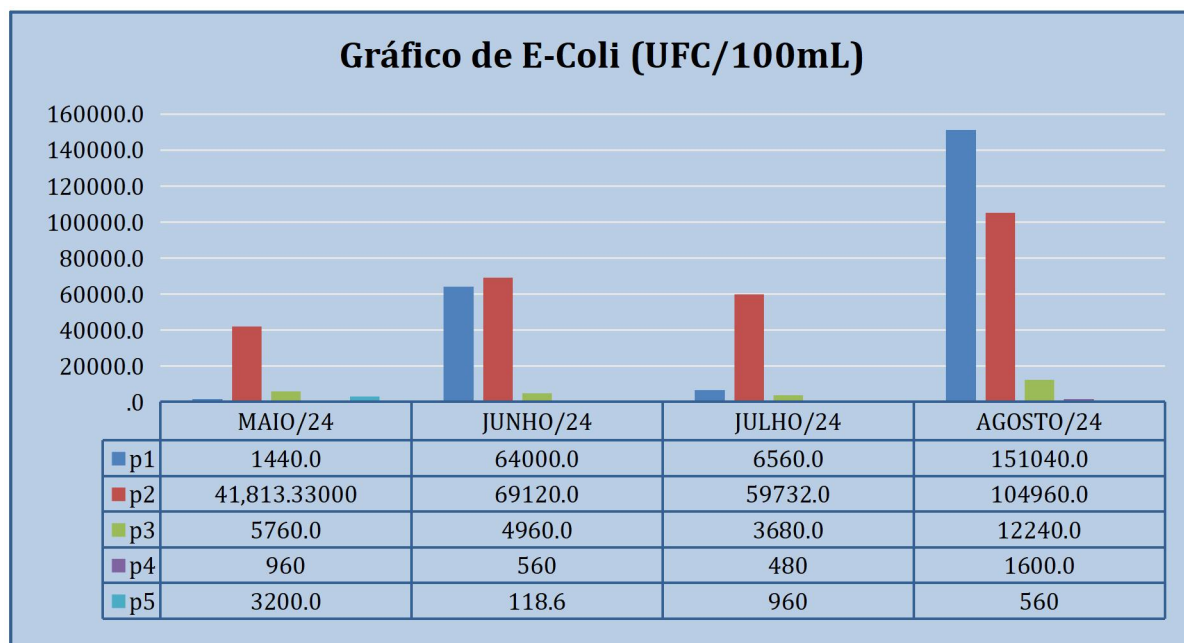
Figura 42 - Gráfico de Coliformes Totais.



Elaborado pela autora, 2024.

No gráfico de Coliformes Totais, observa-se uma variação nos valores dos resultados obtidos, o menor valor corresponde a 2.480 UFC/100mL e o maior valor corresponde a 157.864,96 UFC/100mL. Todos os resultados obtidos das análises coletadas no ponto 2 foram maiores que 53.760 UFC/100mL e menor que 111.520 UFC/100mL, esses resultados se deram supostamente em decorrência dos usos do corpo hídrico nesse ponto, como podemos citar o uso da margem do rio para fins sanitários e disposição de efluente sem tratamento próximo desse ponto.

Figura 43 - Gráfico de Escherichia coli (E-coli).

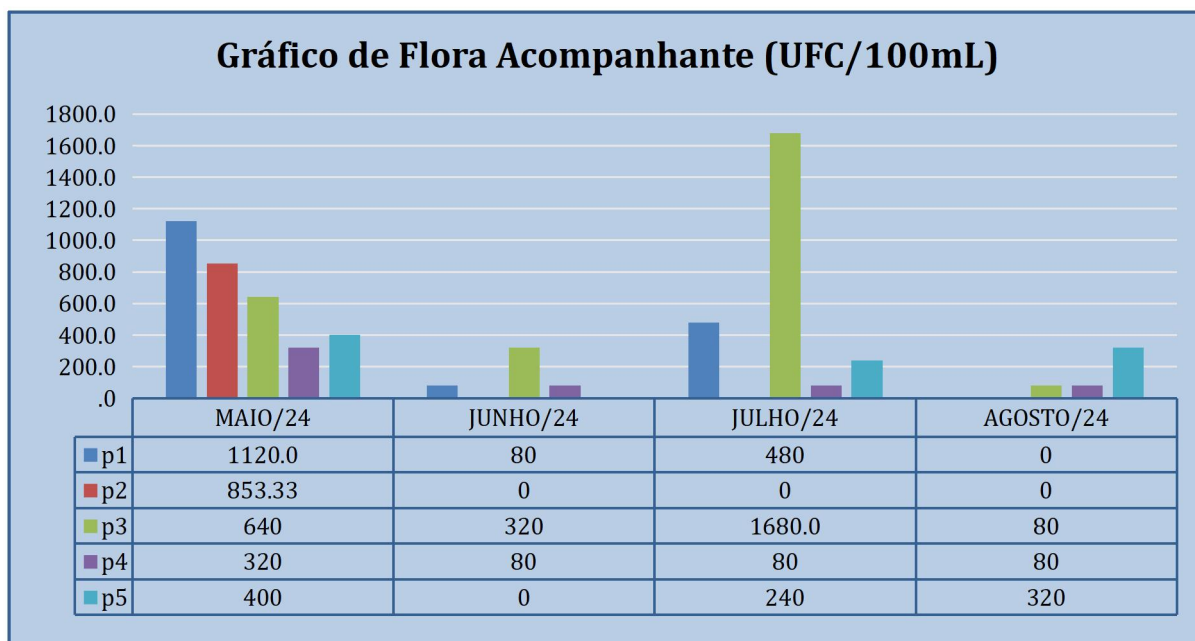


Elaborado pela autora, 2024.

No gráfico de Escherichia coli (E-Coli), os valores variam de 480 UFC/100mL à 151.040 UFC/100mL. Observa-se que os valores dos resultados obtidos das análises dos pontos 1 e 2, ganharam destaque, uma vez que, os valores são maiores em comparação aos resultados obtidos através das análises dos outros pontos (3, 4 e 5).

Ademais, os resultados das análises do ponto 2, em todos os meses, demonstraram um aumento em relação aos outros ponto, variando do menor valor de 41.813,33 UFC/100mL ao maior valor de 151.040 UFC/100mL, respectivamente, nas coletas nos meses de Maio/24 e Agosto/24. Esses resultados se deram supostamente em decorrência aos usos do corpo hídrico nesse ponto.

Figura 44 - Gráfico de Flora Acompanhante.



Elaborado pela autora, 2024.

No gráfico de Flora Acompanhante, podemos observar que não houve taxas tão altas quando comparados com os resultados de Coliformes Totais e E-Coli, nessas análises, os valores variam de 0 UFC/100mL à 1.680 UFC/100mL, e observa-se que na coleta do mês de Maio/24, os valores dos resultados mostraram-se elevados em comparação aos resultados das outras coletas. Nas coletas realizadas no mês de Maio/24, podemos observar que houve uma diminuição dos valores de Flora Acompanhante ao decorrer dos pontos 1, 2, 3 e 4, e no ponto de coleta 5, houve um aumento, sendo maior que os resultados obtidos no ponto de coleta 4.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho foi cuidadosamente sintetizado ao longo de alguns meses, sempre levando em consideração o meio ambiente e a qualidade de água do Rio Parnaíba no trecho que banha a zona urbana do centro de Teresina. Ao longo da pesquisa, observamos diversas alterações na qualidade do rio, seja pelo estado da sua margem, pelo seu curso hídrico ou pela qualidade da água.

Após a obtenção dos resultados e discussão das informações coletadas, notamos a existência de alterações em todo o trecho do Rio Parnaíba, os registros fotográficos apontados durante a Caracterização Ambiental das Áreas, nos possibilitou deduzir essas alterações.

Através da pesquisa de campo, foram identificadas que as margens vêm sendo usadas de forma desrespeitosa pela própria população, e por meio das análises de água, podemos confirmar a presença de diversos poluentes em alguns pontos coletados da água do rio, como podemos citar, Amônia, Nitrato, Nitrito e Ortofosfato.

Conforme os resultados obtidos através das análises de água, identificamos algumas desconformidades em comparação com os parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, ao qual citamos os parâmetros e pH (Potencial Hidrogeniônico), no qual foi identificado uma análise com o valor abaixo do esperado e assim, confirmando leve grau de acidez da amostra, similarmente, constatamos alterações também nos resultados de Oxigênio Dissolvido, que apresentou duas amostras com resultados abaixo dos valores mínimos.

Os resultados encontrados nos pontos de coleta 1 e 2, demonstraram semelhança nos parâmetros de Salinidade, Condutividade Elétrica e Sólidos Totais Dissolvidos, pois, os seus resultados permaneceram os mais elevados em comparação com os pontos 3, 4 e 5, refletindo a realidade constatada ao decorrer da caracterização ambiental das áreas.

Os pontos e coleta 1 e 2 também obtiveram valores elevado em relação à presença de Nitrato, Nitrito, Amônia e Ortofosfato. Em relação ao parâmetro de Ortofosfato, observamos um crescimento dos valores no ponto 2 e uma constância nas elevadas taxas da Amônia no ponto de coleta 2, assim como, para a presença de Coliformes Totais, no ponto 2.

A origem dos poluentes no rio pode estar ligada diretamente à disposição irregular de efluente sem tratamento, que acontece por meio das ligações clandestinas no canal de drenagem, à presença de resíduos sólidos no rio e na sua margem, e a interferência à Área de Preservação Permanente, que deveria manter sua vegetação preservada em um raio de 200m do rio, o que não reflete a realidade atual. Como vimos ao decorrer do trabalho, a utilização

das margens do rio para fins sanitários, isto é, utilizar as margens como espaço para a deposição de dejetos humanos, como fezes e urina, podem estar ligadas diretamente com as alterações nos parâmetros da qualidade da água do rio, desses podemos citar as taxas de Coliformes Totais e de E-Coli, além de influenciar nos parâmetros de Condutividade Elétrica, Salinidade e Sólidos Totais Dissolvidos.

Posto isso, os órgãos municipais, estaduais e federais devem propor projetos de conservação das margens do Rio Parnaíba, por meio da educação ambiental para os residentes e principalmente nos pontos próximos do trecho do rio que se localiza a área central de Teresina, além de garantir que toda a população tenha acesso ao saneamento básico, o que irá refletir uma melhora no saneamento ambiental e na saúde pública da região. Desse modo, situações em que os efluentes estão sendo dispostos sem tratamento no rio não serão mais um meio de poluí-lo, a fim de garantir a conservação do manancial e melhorar a sua qualidade.

REFERÊNCIAS

ÁGUAS DE TERESINA. **Esgotamento Sanitário**, 2023. Disponível em: <https://www.aguasdeteresina.com.br/esgotamento-sanitario/>. Acesso em 13 fev. 2024.

ALFAKIT. **Manual de instruções ECOKIT água doce e/ou salgada com análise microbiológica**, 2023.

ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico). **Usos da água**, 2021. Disponível em: <https://relatorio-conjuntura-ana-2021.webflow.io/capitulos/usos-da-agua>. Acesso em: 30 out. 2023.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2020]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 29 out. 2023.

BRASIL. **Política Nacional do Meio Ambiente**. Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 16 de Jan. 2025.

BRASIL. **Política Nacional De Recursos Hídricos**. Lei Nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 29 out. 2023.

BRASIL. Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de Maio de 2021. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Ministério da Saúde**. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_24_05_2021_rep.html. Acesso em: 29 fev. 2024.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Painel Saneamento Brasil**. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/painel>. Acesso em: 6 mar. 2025.

BRASIL. **Saneamento básico**. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/L11445compilado.htm. Acesso em: 24 fev. 2024.

BRASIL. **Novo marco legal do saneamento básico**. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm#. Acesso em: 24 fev. 2024.

BRASIL. **Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de Março de 2005**. Disponível em https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_a_ltrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf.

CARCARÁ, Maria; SILVA, Elaine; NETO, José. Saneamento básico como dignidade humana: entre o mínimo existencial e a reserva do possível. **Eng Sanit Ambient**, Teresina, 2019. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/esa/a/6jszjffmQtkmPhmpzWvKF5t/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 21 fev. 2024.

CETESB. Apêndice C - Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. São Paulo, 2024.

Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2024/09/Apendice-C-Significado-Ambiental-e-Sanitario-das-Variaveis-de-Qualidade-das-Aguas-e-dos-Sedimentos-e-Metodologias-Analiticas-e-de-Amostragem.pdf>. Acesso em: 06 maio 2025.

CETESB. Apêndice E - Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem. São Paulo.

2016. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/12/2018/03/Apendice-E-Significado-Ambiental-e-Sanitario-das-Variaveis-de-Qualidade-2016.pdf>. Acesso em: 12 Jan. 2025.

CETESB. Mortandade de Peixes. PH. [s.d.]. Disponível em:

<https://cetesb.sp.gov.br/mortandade-peixes/alteracoes-fisicas-e-quimicas/ph/>, Acesso em: 06 de maio de 2025.

CETESB. Nitrato e Nitrito. Divisão de Toxicologia Humana e Saúde

Ambiental.2022.Disponível em: <https://ppl-ai-file-upload.s3.amazonaws.com/web/direct-files/36467152/8d41b0a1-5b8c-48be-96fb-5956a3550e59/Nitrato-e-Nitrito.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2025.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Relatório Situacional dos Recursos Hídricos Superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba, 2017. Disponível em

https://www.sgb.gov.br/sace/boletins/Parnaiba/20171116_10-20171116%20-%20103332.pdf. Acesso em: 28 out. 2024.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARNAÍBA. A bacia. Disponível em:

<https://parnaiba.cbh.gov.br/a-bacia>. Acesso em: 3 maio 2025.

EMBRAPA. Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado no Brasil.

Brasília - DF, 2016. Disponível em <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1063680/variacao-geografica-do-saneamento-basico-no-brasil-em-2010-domicilios-urbanos-e-rurais>. Acesso em: 19 out. 2024.

FUNASA. Manual de saneamento. 3. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2004.

FUNASA. Manual de saneamento. 5. ed. Brasília: Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde, 2019. Disponível em <https://repositorio.funasa.gov.br/handle/123456789/506>.

Acesso em: 19 out. 2024.

GOUVEIA. Nelson. Saúde e meio ambiente nas cidades: os desafios da saúde ambiental.

Saúde e Sociedade 8(1):49-61, 1999. Disponível em

<https://www.scielo.org/pdf/sausoc/1999.v8n1/49-61/pt>. Acesso em: 19 out. 2024.

GOVERNO FEDERAL. Rio Parnaíba também tem importância estratégica nas ações do Governo Federal, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/noticias/rio-parnaiba->

tambem-tem-importancia-estrategica-nas-acoes-do-governo-federal. Acesso em: 27 out. 2024.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo Demográfico de 2010**, 2010. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/teresina/pesquisa/23/27652?detalhes=true>. Acesso em 24 fev. 2024.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Cidades e Estados do Brasil**, 2022. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/teresina/panorama>. Acesso em 23 fev. 2024.

INEA. **Atlas dos mananciais de abastecimento público do estado do rio de janeiro**: Subsídios ao planejamento e ordenamento territorial. Instituto Estadual do Ambiente. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em <https://www.comiteguandu.org.br/conteudo/atlas-mananciais.pdf>. Acesso em: 30 out. 2024.

LEITE, Carlos Henrique Pereira; NETO, José Machado Moita; BEZERRA, Ana Keuly Luz. Novo marco legal do saneamento básico: alterações e perspectivas. **Eng Sanit Ambient** Teresina, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/c9q3cL4bMT4L4KP7zCMxzCP/?format=pdf>. Acesso em: 03 de Nov. 2024.

MARÇAL, Daniel; SILVA, Carlos. Avaliação do impacto do efluente da estação de tratamento de esgoto ETE-Pirajá sobre o Rio Parnaíba, Teresina (PI). **Eng Sanit Ambient**. Teresina, PI, 2017. Disponível em <https://www.scielo.br/j/esa/a/CFkprgYqFCkZrd6PQRgKxLJ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 14 out. 2024

MOTA, Suetônio. **Preservação e conservação de recursos hídricos**. 2. ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

OLIVEIRA, Carlos Eduardo; AQUINO, Cláudia Maria Sabóia de. **Casa da Geografia de Sobral, Sobral/CE**, v. 17, n. 2, p. 68-84, jul. 2015. Disponível em: <https://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/176>. Acesso em: 24 abril 2025.

PESSÔA, Fabiana da Silva; FAÇANHA, Antônio Cardoso. A bacia hidrográfica como unidade geossistêmica e territorial: em questão a Bacia do Parnaíba. **Revista de Geociências do Nordeste (REGNE)**, v. 2, n. especial, p. 736-747, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/10522/7449>. Acesso em: 02 maio de 2025.

SÃO PAULO (Estado). Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Câmara Técnica de Águas Subterrâneas. **Nitrato nas águas subterrâneas: desafios frente ao panorama atual**. Coord. Claudia Varnier. São Paulo: SIMA / IG, 2019. 128 p. ISBN 978-85-87235-25-1. Disponível em: <https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/ckfinder/files/nitrato.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2025.

SANTOS, Everson; MEDEIROS, Paulo. A Ação Antrópica e o Processo de Eutrofização no Rio Paraíba do Meio. **Sociedade e natureza**, Uberlândia, MG, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/v9DbP5ymZ9BZYpzXzFvrFhk/#>. Acesso em: 21 fev. 2024

Teixeira, H.; Millan, R. IMPACTOS AMBIENTAIS DA URBANIZAÇÃO EM CURSO D'ÁGUA: DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DE ÁGUA DO CÓRREGO VERTENTE GRANDE, FRUTAL-MG. **Rev. Geogr. Acadêmica** v.18, n.1. 2024. Disponível em: <https://revista.ufr.br/rga/article/view/8102/4047>. Acesso em: 25 Abril 2025.

TERESINA. **Indicadores Sociais, Econômicos e Turísticos de Teresina**. Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Turismo. Teresina: Prefeitura de Teresina, 2022. Disponível em <https://pmt.pi.gov.br/wp-content/uploads/sites/34/2022/03/Indicadores-Sociais-Econ%C3%B4micos-e-Tur%C3%ADsticos-de-Teresina-1.pdf>. Acesso em 24 fev. 2024.

SETTI, Arnaldo Augusto; LIMA, Jorge Enoch Furquim Werneck; CHAVES, Adriana Goretti de Miranda; PEREIRA, Isabella de Castro. Introdução ao Gerenciamento dos Recursos Hídricos. **Agência Nacional de Energia Elétrica**. Brasília, 2001. Disponível em https://lamorh.ufes.br/sites/lamorh.ufes.br/files/field/anexo/introducao_ao_gerenciamento_de_recursos_hidricos.pdf. Acesso em: 30 out. 2023.

SILVA, Gleibson do Nascimento. Antropização Urbana Frente aos Elementos de Cura de Mulheres Benzedeiras de Castanhal-Pará. Castanhal-PI, 2021. **Campus Universitário de Castanhal, Programa de Pós-Graduação em Estudos Antrópicos na Amazônia**. Disponível em: https://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/13209/1/Dissertacao_AntropizacaoUrbanaFrente.pdf#page=29&zoom=100,109,313. Acesso em: 05 maio de 2025.

SILVA, Natanael José da. Padrões de Diversidade Beta em Assembleias Planctônicas (Cladocera, Copepoda, Rotifera e Oomycota) e Percepção Ambiental da Poluição em Dois Rios Urbanos. **Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí**, 2019. Disponível em: <http://repositorio.ufpi.br:8080/bitstream/handle/123456789/2386/NATANAEL%20JOS%c3%89%20DA%20SILVA.pdf?sequence=1>. Acesso em: 02 maio de 2025.

WEISER, Alice Agnes; ULIANA, Brenda Beserra; TOSTES, José Alberto. Áreas úmidas na Amazônia: Macapá, uma cidade entre rios, lagos e igarapés. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 3, n. 18, p. 37-42, 2015. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/1022. Acesso em: 05 maio de 2025.

XAVIER, Manoel; QUADROS, Helenita; SILVA, Monique. Parâmetros de potabilidade da água para o consumo humano: uma revisão integrativa. **Research, Society and Development**, São Paulo, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/25118/22144>. Acesso em: 29 fev. 2024.

APÊNDICE A – TABULAÇÃO DOS RESULTADOS REFERENTE AS ANÁLISES DE
ÁGUA

FICHA DE MONITORAMENTO DOS PONTOS DE COLETA DO F										
MÊS	PONTO	Temperatura	pH	Oxigênio	Salinidade	Condutividade	TDS	Nitrato	Nitrto	Ortofosfato
MAIO (15/05/2024)	1	31°C	6,09	10,4 mg/L	0,23 ppt	433 uS	217 ppm	2,50mg/L	0,05 mg/L	0,0 mg/L
	2	31,5°C	6,73	5,3 mg/L	0,34 ppt	640 uS	320 ppm	0,10 mg/L	0,01 mg/L	0,75 mg/L
	3	32°C	6,66	10,4 mg/L	0,05 ppt	100,6 uS	50,4 ppm	0,30 mg/L	0,01 mg/L	0,0 mg/L
	4	32°C	6,72	10,1 mg/L	0,05 pp	93,8 uS	46,8 ppm	0,30 mg/L	0,01 mg/L	0,0 mg/L
	5	31°C	6,71	18,58 mg/L	0,05 ppt	94,5 uS	47,3 ppm	0,50 mg/L	0,01 mg/L	0,0 mg/L
JUNHO (12/06/2024)	1	31°C	6,79	6,0 mg/L	0,35 ppt	648 uS	325 ppm	2,50 mg/L	0,50 mg/L	1,5 mg/L
	2	32,5°C	6,59	3,5 mg/L	0,39 ppt	713 uS	356 ppm	0,10 mg/L	0,01 mg/L	1,75 mg/L
	3	32°C	6,26	8,3 mg/L	0,05 ppt	89,9 uS	45 ppm	0,30 mg/	0,01 mg/L	0,0 mg/L
	4	32°C	6,23	8,7 mg/L	0,04 ppt	74,7 uS	37,4 ppm	0,10 mg/L	0,01 mg/L	0,0 mg/L
	5	33°C	6,34	5,7 mg/L	0,06 ppt	115,7 uS	57,8 ppm	0,30 mg/L	0,01 mg/L	0,0 mg/L
JULHO (09/07/2024)	1	29°C	5,73	11,4 mg/L	0,24 ppt	445 uS	223 ppm	2,50 mg/L	0,30 mg/L	0,75 mg/L
	2	31°C	6,25	5,4 mg/L	0,33 ppt	618 uS	309 ppm	0,10 mg/L	0,01 mg/L	2,5 mg/L
	3	33°C	6,72	10,5 mg/L	0,03 ppt	72,9 uS	36,5 ppm	0,10 mg/L	0,01 mg/L	0,0 mg/L
	4	33°C	6,70	10 mg/L	0,03 ppt	63,0 uS	31,5 ppm	0,10 mg/L	0,01 mg/L	0,0 mg/L
	5	32°C	6,60	9,9 mg/L	0,03 ppt	65,3 uS	32,6 ppm	0,10 mg/L	0,01 mg/L	0,0 mg/L
AGOSTO (13/08/2024)	1	30°C	6,82	7,6 mg/L	0,43 ppt	780,0 uS	393,0 ppm	0,10 mg/L	0,01 mg/L	3,0 mg/L
	2	33°C	6,72	4,8 mg/L	0,44 ppt	804,0 uS	401,0 ppm	0,10 mg/L	0,01 mg/L	3,0 mg/L
	3	34° C	6,50	10,1 mg/L	0,04 ppt	84,8 uS	42,5 ppm	0,30 mg/L	0,01 mg/L	0,0 mg/L
	4	35°C	6,27	11,2 mg/L	0,03 ppt	60,4 uS	30,2 ppm	0,10 mg/L	0,01 mg/L	0,0 mg/L
	5	37°C	6,25	9,6 mg/L	0,03 ppt	56,0 uS	28,0 ppm	0,10 mg/L	0,01 mg/L	0,0 mg/L

RIO PARNAIBA			
Amônia	E- COLI	Coliformes Totais	Flora Acompanhante
0,75 mg/L	1.440 UFC/100mL	5.920 UFC/100mL	1.120 UFC/100mL
3,0 mg/L	41.813,33 UFC/100mL	53.760 UFC/100mL	853,33 UFC/100mL
0,25 mg/L	5.760 UFC/100mL	17.520 UFC/100mL	640 UFC/100mL
0,10 mg/L	960 UFC/100mL	5.680 UFC/100mL	320 UFC/100mL
0,25 mg/L	3.200 UFC/100mL	12.320 UFC/100mL	400 UFC/100mL
3,00 mg/L	64.000 UFC/100mL	84.480 UFC/100mL	80 UFC/100mL
3,00 mg/L	69.120 UFC/100mL	82.773 UFC/100mL	0 UFC/100mL
0,75 mg/L	4.960 UFC/100mL	12.160 UFC/100mL	320 UFC/100mL
0,10 mg/L	560 UFC/100mL	4.480 UFC/100mL	80 UFC/100mL
2,00 mg/L	118.6 UFC/100mL	157.864,96 UFC/100mL	0 UFC/100mL
0,50 mg/L	6.560 UFC/100mL	27.360 UFC/100mL	480 UFC/100mL
3,00 mg/L	59.732 UFC/100mL	81.920 UFC/100mL	0 UFC/100mL
0,25 mg/L	3.680 UFC/100mL	14.000 UFC/100mL	1.680 UFC/100mL
0,10 mg/L	480 UFC/100mL	2.480 UFC/100mL	80 UFC/100mL
0,25 mg/L	960 UFC/100mL	6.280 UFC/100mL	240 UFC/100mL
3,0 mg/L	151.040 UFC/100mL	160.960 UFC/100mL	0 UFC/100mL
3,0 mg/L	104.960 UFC/100mL	111.520 UFC/100mL	0 UFC/100mL
1,0 mg/L	12.240 UFC/100mL	32.880 UFC/100mL	80 UFC/100mL
0,25 mg/L	1.600 UFC/100mL	4.000 UFC/100mL	80 UFC/100mL
0,10 mg/L	560 UFC/100mL	4.000 UFC/100mL	320 UFC/100mL