

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E AMBIENTE

ANA KATE ABREU MENDONÇA

**DIAGNÓSTICO DO SERVIÇO DE TRATAMENTO DE ESGOTO NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO ANIL: problemas ambientais e impactos na saúde das
comunidades urbanas adjacentes**

SÃO LUÍS

2023

ANA KATE ABREU MENDONÇA

**DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS DE TRATAMENTO DE ESGOTOS NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO ANIL: problemas ambientais e impactos na saúde das
comunidades urbanas adjacentes**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Saúde e Ambiente da
Universidade Federal do Maranhão –
UFMA, com subárea em gestão
socioambiental como requisito parcial para
obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Dr.(a) Profº. Dr. Antonio
Carlos Leal de Castro

Aprovada em:

Prof. Dr. Antonio Carlos Leal de Castro (Orientador)
Universidade Federal do Maranhão

1º Examinador
Instituição

2º Examinador
Instituição

3º Examinador
Instituição

SÃO LUÍS

2023

A TODOS QUE ESTIVERAM COMIGO NESTA JORNADA
E QUE DE ALGUMA FORMA, POSSUEM UM
POUCO DE RESPONSABILIDADE POR TUDO
QUE NAS LINHAS SEGUINTE ESTÁ DESCRITO.

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a)
autor(a).

Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Mendonça, Ana Kate Abreu.

Diagnóstico dos serviços de tratamento de esgotos na bacia hidrográfica do rio anil : problemas ambientais e impactos na saúde das comunidades urbanas adjacentes / AnaKate Abreu Mendonça. - 2023.

141 p.

Orientador(a): Antonio Carlos Leal de Castro. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Saúde e Ambiente/ccbs, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2023.

1. Impactos Ambientais. 2. Rio Anil. 3. SaneamentoBásico. 4. Saúde Pública. 5. Tratamento de esgotos. I.Castro, Antonio Carlos Leal de. II. Título.

AGRADECIMENTOS

Tenho muito a agradecer, chegar até aqui implica na superação de muitos desafios.

Primeiro, agradeço a Deus por me conceder a vida e por dar-me força espiritual, assim como a minha equipe espiritual que me guiou e protegeu até aqui.

Agradeço aos meus pais Ana Vitória, José Maria e queridos irmãos, Ana Keilla, Ana Kerlle, Jorge Klaucio pelo amor, convivência e compreensão.

Ao meu orientador, Antonio Carlos Leal de Castro, pela confiança em minha trajetória, força, apoio e colaborar com seu conhecimento e experiência.

Aos meus amigos e familiares, por compreenderem e me apoiarem nessa jornada.

Aos professores, Maria Raimunda, Samara Escriche, Leonardo Sousa, Adenilde por toda ajuda, seja de empréstimos de materiais, conhecimentos e conselhos.

Aos funcionários do Deoli, em especial Júnior, pela parceria nos trabalhos em campo.

Suzy e Potira, por me aconselharem e me acompanharem em muitos momentos seja laboratório ou em campo.

Ao professor Adilson Borges e ao geógrafo Ricardo Sousa, pela ajuda com os mapas.

Ao programa de Pós Graduação Saúde e Ambiente, por me proporcionar essa oportunidade acadêmica e a todos professores do programa, por compartilharem seus conhecimentos e por suas dedicações.

A Eulália, secretária do programa de Pós Graduação Saúde e Ambiente, por ser tão atenciosa e solícita.

Aos estagiários dos laboratórios, Biogeociclos dos Constituintes Químicos da Água (LABCICLOS) do Departamento de Oceanografia e Limnologia (DEOLI e laboratório do Programa de Controle de Qualidade de Alimentos e Água (PCQA) ambos situados na Universidade Federal do Maranhão – UFMA. Ao Laboratório Ciência do Ambiente (LACAM) do Departamento de Engenharia Ambiental, localizado na Universidade CEUMA por toda ajuda em relação as coletas e análises.

“A água de boa qualidade é como a saúde ou a liberdade: só tem valor quando acaba.”

(Guimarães Rosa)

“Conformar-se é submeter-se e vencer é conformar-se, ser vencido.

Por isso toda a vitória é uma grosseria. Os vencedores perdem sempre todas as qualidades de desalento com o presente que os levaram à luta que lhes deu a vitória. Ficam satisfeitos, e satisfeito só pode estar aquele que se conforma, que não tem a mentalidade do vencedor.

Vence só quem nunca consegue.”

(Fernando Pessoa)

RESUMO

Os recursos hídricos têm forte relação com a qualidade ambiental e a vida humana. A falta da gestão desses recursos aliada a ausência de saneamento, comprometem a relação com a saúde e o ambiente. Este trabalho teve como objetivo analisar a qualidade dos efluentes tratados de duas estações de tratamento de esgotos inseridas em localidades circunvizinhas a bacia hidrográfica do Rio Anil, na ilha de São Luís, relacionando com os impactos gerados ao meio ambiente e a saúde das populações usuárias dos serviços, residentes próximas aos corpos receptores. As amostras dos efluentes foram obtidas bimestralmente no ponto receptor de cada ETE, no período de agosto/2021 a março/2022. A determinação dos parâmetros físico-químicos foi realizada por medidor multiparâmetro, espectrofotometria ultravioleta e métodos analíticos. Enquanto que os bacteriológicos, pela técnica de tubos múltiplos. Os moradores foram avaliados através de entrevistas para abordagem dos efeitos das ETEs, em relação ao meio ambiente, a saúde, nos aspectos socioeconômicos e avaliação dos serviços de saneamento. Os valores de oxigênio dissolvido, se apresentaram abaixo do padrão estabelecido pela legislação vigente em todos os meses amostrados, com exceção da estação P2 no mês de janeiro/22. Houve presença de coliformes totais nas estações P2 em agosto/21 e novembro/21, e na estação P3 em janeiro/22, bem como a presença de coliformes termotolerantes nas amostras P3 no mês de agosto/21, P2 no mês de novembro/21, P2 e P3 no mês de março/22. Os dados de avaliação populacional demonstram que 34% dos entrevistados é pertencente ao sexo masculino, de maioria negra, possuem ensino médio completo e tem renda de dois a cinco salários mínimos. Em relação aos serviços de saneamento, 44% dos que tem acesso ao tratamento de esgoto, o avaliam como muito ruim e a principal reclamação é a falta de manutenção. Os resultados alcançados, evidenciam a necessidade de monitoramento ambiental e de estudos de impactos de vizinhança, destacam-se a necessidade de ações de correção.

Palavras-chave: Tratamento de esgotos; Rio Anil; Impactos Ambientais; Saúde Pública; Saneamento Básico.

ABSTRACT

Water resources have a strong relationship with environmental quality and human life. The lack of management of these resources, combined with the lack of sanitation, compromise the relationship with health and the environment. The objective of this work was to analyze the quality of treated effluents from two sewage treatment stations located in areas surrounding the Anil River hydrographic basin, on the island of São Luís, relating them to the impacts generated on the environment and the health of populations that use the services, residents close to the receiving bodies. Effluent samples were obtained bimonthly at the receiving point of each ETE, from August/2021 to March/2022. The determination of physical-chemical parameters was carried out by multiparameter meter, ultraviolet spectrophotometry and analytical methods. While the bacteriological ones, by the technique of multiple tubes. Residents were evaluated through interviews to address the effects of ETEs, in relation to the environment, health, socioeconomic aspects and evaluation of sanitation services. Dissolved oxygen values were below the standard established by current legislation in all months sampled, with the exception of station P2 in the month of January/22. There was the presence of total coliforms in the P2 stations in August/21 and November/21, and in the P3 station in January/22, as well as the presence of thermotolerant coliforms in the P3 samples in the month of August/21, P2 in the month of November/21, P2 and P3 in March/22. Population evaluation data show that 34% of respondents are male, mostly black, have completed high school and have an income of two to five minimum wages. Regarding sanitation services, 44% of those who have access to sewage treatment rated it as very bad and the main complaint was the lack of maintenance. The results achieved show the need for environmental monitoring and studies of neighborhood impacts, highlighting the need for corrective actions.

Keywords: Sewage treatment; Anil River; Environmental impacts; Public health; Basic sanitation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Resultados referentes a determinação do NMP para coliformes totais e termotolerantes	53
Tabela 2.	Entrevistados por sexo	54
Tabela 3.	Entrevistados por faixa etária	55
Tabela 4.	Entrevistados por participação na estrutura familiar de	56
Tabela 5.	Distribuição dos entrevistados por cor	56
Tabela 6.	Distribuição dos entrevistados por número de membros na família	57
Tabela 7.	Entrevistados por tipo de ocupação	57
Tabela 8.	Entrevistados por classe autodeclarada	61
Tabela 9.	Distribuição por situação do imóvel	61
Tabela 10.	Entrevistados por procedência	62
Tabela 11.	Entrevistados por motivo de residência no bairro	63
Tabela 12.	Entrevistados por tempo de residência	63
Tabela 13.	Avaliação por grau de satisfação do transporte público	65
Tabela 14.	Acesso a iluminação pública	65
Tabela 15.	Atuação em associações comunitárias	66
Tabela 16.	Destino do lixo quando não há coleta	68
Tabela 17.	Destino do esgoto	69
Tabela 18.	Ações da população referentes aos problemas de esgoto	70
Tabela 19.	Grau de satisfação em relação a coleta de lixo	72
Tabela 20.	Conhecimento sobre a empresa de saneamento pelos entrevistados	73
Tabela 21.	Avaliação da qualidade dos serviços prestados pela empresa de saneamento pelos entrevistados	73
Tabela 22.	Meios de comunicação para obtenção de informações sobre saneamento	74
Tabela 23.	Conflitos entre moradores e empresa de saneamento	75
Tabela 24.	Resolução dos conflitos entre moradores e empresa de saneamento	75
Tabela 25.	Formas de resolução dos conflitos entre moradores e Empresa de saneamento	76
Tabela 26.	ETE já ter sido discutida em audiência pública ou assembleia de moradores	76
Tabela 27.	Classificação das tarifas pelos moradores	77
Tabela 28.	Avaliação sobre os prejuízos relacionados as estações de tratamento de esgoto pelos moradores entrevistados	90
Tabela 29.	Avaliação dos odores liberados durante a operação das estações de tratamento de esgoto	91
Tabela 30.	Avaliação sobre os problemas relacionados ao esgoto pelos moradores entrevistados	93
Tabela 31.	Problemas de saúde verificados nos entrevistados	95
Tabela 32.	CIDs por número de casos identificados nos distritos 1, 2 e 3	96
Tabela 33.	Condições clínicas identificadas nos distritos 1, 2 e 3	97

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.	Parâmetros físico-químicos dos efluentes coletados das esta- ções de tratamento de esgoto entre os meses de agosto, novembro/21 e janeiro, março/22	47
-----------	---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Área de estudo com localização dos pontos de amostragens.....	36
Figura 2	Marcação dos pontos de coleta utilizando GPS	41
Figura 3.	Vista de estação aleatória na ETE Anil	42
Figura 4.	Ponto de descarga de efluente de esgoto no bairro Recanto dos Vinhais	42
Figura 5.	Ponto de descarga de efluente de esgoto no bairro do Jaracaty	42
Figura 6.	Utilização de sonda multiparamétrica em campo	42
Figura 7.	Titulação pelo tiosulfato de sódio no método de <i>Whinkler</i>	49
Figura 8.	Sistema de filtração a vácuo para a determinação de STDs	49
Figura 9.	Estufa para secagem dos filtros a 105°C	49
Figura 10.	Pesagem do filtro de fibra de vidro	49
Figura 11.	Correção de pH utilizando medidor de pH digital	49
Figura 12.	Conclusão da titulação pelo método de <i>Morh</i>	49
Figura 13.	Reação da análise de amônia	50
Figura 14.	Digestão a 120°C pelo método de Valderrama (1981)	50
Figura 15.	Reação da análise do método do Indofenol	50
Figura 16.	Preparo para a leitura do nitrogênio amoniacal em Espectrofotômetro	50
Figura 17.	Reação da análise do nitrito	50
Figura 18.	Leitura em Fotômetro da análise do nitrato	50
Figura 19.	Reação da análise do fósforo	50
Figura 20.	Leitura em Fotômetro na análise de fosfato	51
Figura 21.	Análise de turbidez	51
Figura 22.	Fim dos testes presuntivos e início dos testes confirmativos	51
Figura 23.	Fim dos testes confirmativos para CT	51
Figura 24.	Fim do teste através do meio EC para termotolerantes	51
Figura 25	Delimitação da bacia hidrográfica do rio Anil com <i>buffer</i> da área de influência das ETES	64
Figura 26	Grau de instrução dos moradores entrevistados	68
Figura 27	Renda em número de salários dos entrevistados	70
Figura 28	Áreas de atuação das associações comunitárias nos bairros	77
Figura 29	Avaliação do êxito de associações comunitárias	78
Figura 30	Grau de satisfação do serviço de abastecimento de água	81
Figura 31	Grau de satisfação do serviço de tratamento de esgoto	82
Figura 32	Avaliação dos impactos positivos ao meio ambiente, gerados pela implantação das ETES	89
Figura 33	Avaliação dos impactos negativos ao meio ambiente,	

	gerados pela implantação das ETEs	90
Figura 34	Avaliação dos impactos positivos a saúde, gerados pela implantação das ETEs	90
Figura 35	Avaliação dos impactos negativo a saúde, gerados pela implantação das ETEs	92
Figura 36	Avaliação dos impactos positivos ao meio ambiente, gerados pela operação das ETEs	94
Figura 37	Avaliação dos impactos negativos ao meio ambiente, gerados pela operação das ETEs	95
Figura 38	Avaliação dos impactos positivos à saúde, gerados pela operação das ETEs	96
Figura 39	Avaliação dos impactos negativos à saúde, gerados pela operação das ETEs	96
Figura 40	Avaliação dos riscos ao meio ambiente relacionados a ausência do tratamento de esgotos	97
Figura 41	Avaliação dos riscos à saúde relacionados a ausência do tratamento de esgotos	98
Figura 42	Avaliação sobre a importância das ETEs, pelos entrevistados	99
Figura 43	Avaliação sobre quem são os beneficiados pelo funcionamento das ETEs pelos entrevistados	100

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAEMA	Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão
CE	Condutividade Elétrica
CT	Coliformes Totais
CTM	Coliformes Termotolerantes
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CONERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
DBO	Demanda Bioquímica do Oxigênio
DRSAI	Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado
DVH	Doenças de Veiculação Hídrica
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
EC	<i>Escherichia coli</i>
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
UNICEF	Fundo Internacional de Emergência das Nações Unidas para a Infância
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NMP	Número Mais Provável
OD	Oxigênio Dissolvido
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
SUS	Sistema Único de Saúde
SIHSUS	Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde
STD	Sólidos Totais Dissolvidos
TM	Método dos Tubos Múltiplos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	REVISÃO DA LITERATURA	18
2.4	Parâmetros de Qualidade do Esgoto	25
2.5	O esgotamento sanitário na bacia hidrográfica do Anil: urbanização, impactos ambientais e a relação com a saúde pública	32
3	OBJETIVOS	35
3.1	Objetivo geral	35
3.2	Objetivos específicos	35
4	METODOLOGIA	35
4.1	Área de estudo	36
4.2	População e amostra	37
4.3	Coleta de dados	38
4.4	Entrevistas	39
4.5	Critérios para seleção de participantes	40
4.6	Análise de efluentes	41
4.7	Dados de agravos de veiculação hídrica	42
4.8	Análise de dados	43
4.9	Aspectos éticos	43
5	RESULTADOS	43
5.1	Ambiente	44
5.2	Saúde e socioambiental	54
5.3	Caracterização da vivência nos bairros	64
5.4	Avaliação dos aspectos ambientais	70
5.5	Avaliação dos serviços de saneamento	70
5.6	Avaliação da empresa de saneamento	73
5.7	Avaliação dos incômodos gerados pelas ETES	77
6	Avaliação da saúde dos entrevistados	93
6.1	Problemas de saúde verificados nos entrevistados	94
6.2	CIDs por número de casos de doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (DRSAI)	95
6.3	Condições clínicas dos entrevistados	96
7	CONCLUSÃO	99
8	REFERÊNCIAS	101
	ANEXOS	124

1 INTRODUÇÃO

O processo de transformação das cidades gera uma grande pressão sobre os recursos hídricos (BARRON *et al.*, 2017) que acabam se constituindo em receptáculos finais da poluição que ocorre no entorno de suas bacias hidrográficas, cujos efeitos sociais não foram ainda bem dimensionados.

Essa poluição tem origem principalmente no lançamento de esgoto doméstico e industrial, assim como pode ser causada por detritos do solo que são incorporados à água durante escoamento superficial e por infiltrações naturais de mananciais subjacentes a solos contaminados. Como consequência destes lançamentos, podem ocorrer problemas de saúde na população, causados por ingestão de alimentos provenientes das águas contaminadas e pelo contato direto com esta água, que pode veicular agentes nocivos químicos ou biológicos (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

Os riscos para a saúde humana decorrentes de práticas de saneamento inseguras são considerados numerosos, variados e que incluem infecções e doenças, como o nanismo, o surgimento e disseminação de resistência antimicrobiana (BARTRAM e CAIRNCROSS, 2010; OMS, 2018).

Através de práticas seguras de saneamento, esses problemas podem ser minimizados, destas tem-se o saneamento ambiental e o saneamento básico que diferenciam-se, pois o primeiro é entendido como o conjunto de ações, que abrangem o abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo dos resíduos sólidos e das águas pluviais definidas pela lei Federal 11.445/2007, que atribui aos municípios titulares dos serviços, entre elas a implantação da política e a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) (BRASIL, 2007).

Já o saneamento ambiental, conceitua-se como o conjunto de ações socioeconômicas que tem por objetivo alcançar salubridade ambiental, por meio de abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, promoção da disciplina sanitária de uso do solo, drenagem urbana, controle de doenças transmissíveis e demais serviços e obras especializadas, com a finalidade de proteger e melhorar as condições de vida urbana e rural (FUNASA, 2004). Está intimamente ligado às questões de saúde,

portanto, sua falta ou ineficiência contribui para a precariedade dos serviços públicos (FERREIRA *et al.*, 2016)

A bacia hidrográfica é considerada por muitos estudiosos uma unidade básica de estudo no contexto ecológico, tornando-se uma área prioritária para o planejamento e a gestão dos recursos hídricos, pois, fornece vários produtos e serviços que sustentam a população humana em uma área delimitada. Além disso, deve ser vista como prioritária para a gestão urbana, pois essa mesma população reside no interior de bacias e relacionam-se com o sistema hídrico estabelecido no regime natural (LOPES *et al.*, 2020).

Quando há falhas em parte dos sistemas de saneamento formais ou informais, há um risco aumentado de contaminação para a população como um todo (WESTSTRATE *et al.*, 2019). Uma realidade ainda presente em muitos países em desenvolvimento como os da África, Ásia e América Latina, incluindo o Brasil (BEARD *et al.*, 2022).

Assim, torna-se extremamente necessário estudos que avaliem a qualidade dos efluentes sanitários das áreas das bacias de esgotamento e as implicações para a saúde dos usuários dos recursos hídricos e as suas consequências ao ambiente receptor (DIRIX *et al.*, 2021; YESAYA e TILLEY, 2021).

A bacia do rio Anil, por ser uma bacia urbana sofre historicamente com o processo de ocupação desordenada de seu solo, sobretudo em área de preservação permanente, com lançamento de esgotos e resíduos sólidos em seus afluentes. Além de apresentar inconstância na prestação de serviços de saneamento (ALMEIDA *et al.*, 2019; CRUZ *et al.*, 2020).

Neste contexto, o presente trabalho propõe avaliar os efeitos da implantação e o funcionamento das estações de tratamento de esgoto do município de São Luís, como instrumentos de saneamento e confrontar a qualidade dos efluentes com as diretrizes ambientais estabelecidas para enquadramento do corpo receptor. Além de avaliar os demais serviços de saneamento, as populações de entorno e como estas são afetadas pelos serviços, pelo meio ambiente, na relação com a empresa de saneamento e na própria saúde.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 O marco do saneamento básico no Brasil

A Constituição Federal de 1988 prevê uma série de direitos sociais, entre eles o direito ao saneamento básico, sendo dever do Estado garanti-lo por ser inerente ao direito à saúde, à vida e à dignidade da pessoa humana, bem como uma exigência dos princípios da erradicação da pobreza, da marginalização e da redução das desigualdades sociais. Está disposto na Carta Magna em seu art. 23, IX, "promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico", sendo de competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, conforme o *caput* do artigo.

O saneamento básico foi presidido pela Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que regulariza o abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais a partir da elaboração de planos de saneamento básico dos quais dependem a validade dos contratos de prestadores de serviço, os planos de investimentos e projetos dos prestadores, a atuação da entidade reguladora e fiscalizadora a alocação de recursos públicos federais e os financiamentos com recursos da União ou geridos por órgãos ou entidades da União (GALVÃO JUNIOR *et al.*, 2012).

De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico: Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário (PNSB) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2017, dez anos após a aprovação da lei de saneamento, cerca de 9,6 milhões de domicílios do País ainda não dispunham de abastecimento de água adequado. Cerca de 34,1 milhões de domicílios não possuíam esgotamento por rede.

Ainda que apresentasse numerosos benefícios e da exigência legal, as experiências de elaboração de planos de saneamento são pouco numerosas. uma tarefa delegada aos municípios que tem enfrentado dificuldades em sua execução.

A Lei nº 14.026/2020 atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, que dispunha sobre a criação da ANA, integrante do Sistema Nacional de Recursos Hídricos, regulamenta o Novo

Marco Legal do saneamento básico, destaca-se entre seus dispositivos, a universalização dos serviços públicos de saneamento básico com metas audaciosas, porém de extrema importância a serem alcançadas (GALVÃO JÚNIOR *et al.*, 2012).

Além disso, altera a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, modifica o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar de prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação a unidades regionais, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados (BRASIL, 2020).

Anterior a essas leis, em 2001 foi sancionada a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001 denominada Estatuto da Cidade que estabelece normas em prol do equilíbrio ambiental, através do saneamento ambiental, cooperação entre iniciativa pública, privada e demais setores no processo de urbanização, planejamento do desenvolvimento das cidades, de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos no meio ambiente.

Embora exista uma vasta legislação, atualizações das leis, inclusão de novos fundos de investimentos e atores sociais na promoção do saneamento. Ainda assim poucos avanços podem ser notados ao longo das décadas no cenário do saneamento no Brasil.

2.2 O Tratamento de Esgotos

Existe um cenário mundial de qualidade da água que revela um nível preocupante de poluição patogênica e orgânica, bem como de salinidade em muitos rios do mundo (UNEP, 2016).

Atualmente, o saneamento básico é considerado como um dos principais alvos das políticas públicas de um país, sendo essencial para qualidade de vida da população. (BRASIL, 2010). Entretanto, mesmo com a existência de políticas

públicas referentes ao saneamento básico, inúmeros municípios ainda apresentam déficits significativos neste setor, como é o caso do serviço de esgotamento sanitário, que apesar de a coleta de esgoto com seu posterior tratamento serem previstos na Resolução Conama 430/2011, apenas 46% do esgoto coletado é tratado no Brasil (TRATABRASIL, 2020), sendo a situação mais alarmante em comunidades rurais e de baixa renda (BEZERRA e GONZALEZ, 2020). Os benefícios advindos do saneamento básico são inúmeros e cientificamente comprovados, como maior rendimento no trabalho e mudanças no humor. Além desses, existem os econômicos como a diminuição dos custos de internação hospitalar e medicamentos (SANTOS, 2007).

O saneamento ambiental está dividido em quatro grandes blocos: água, esgoto, resíduos sólidos e drenagem urbana. O bloco esgoto divide-se em Esgotamento sanitário (coleta e transporte de esgoto) e o Tratamento de Esgoto (incluindo diversas técnicas de tratamento físicas, químicas e biológicas) (SANTOS, 2007). É importante para se garantir o desenvolvimento econômico e social, manutenção da saúde pública, e para proteção e melhoria da qualidade ambiental. Muito embora, nem sempre a área recebeu a devida prioridade (PIMPÃO, 2011).

O tratamento de águas residuais é uma forma de remover os poluentes ou as partículas que são prejudiciais pelos vários tratamentos disponíveis presentes nas águas residuais domésticas, que consistem principalmente de matéria orgânica da cozinha, banheiro e uso diário etc. Ciclos físicos, químicos e biológicos são utilizados para eliminar substâncias estranhas e produzir águas residuais tratadas e o processo onde esse tratamento ocorre é chamado de Estação de Tratamento de Esgoto ou Estação de Tratamento de Águas Residuais (SAINI, 2021).

Durante a fase de projeto, antes de se iniciar a concepção e o dimensionamento do tratamento, deve ser definido com clareza qual o objetivo do tratamento e a que nível este deve ser processado. Para isso, devem ser considerados os seguintes aspectos: objetivos do tratamento, nível do tratamento e estudo de impacto ambiental do corpo receptor (VON SPERLING, 1996).

As condições para o efluente são previstas em legislação específica, que prediz padrões de qualidade para o efluente e para o corpo receptor. Este

trabalho se baseia na lei federal CONAMA nº357/05, que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e define critérios de enquadramento de acordo com o uso da água, baseando-se nos níveis de qualidade necessários para atender às necessidades das comunidades (BRASIL, 2005). E a Resolução CONAMA nº430/11 que dispõe sobre condições e padrões de lançamentos para os efluentes em geral e especificadamente para efluentes de sistemas de tratamento de esgotos sanitários (BRASIL, 2011). Ademais, o grau de tratamento e sua eficiência são em função do corpo receptor, das características do uso da água a jusante do ponto de lançamento, da capacidade de depuração, diluição do corpo de água e das consequências do lançamento das águas residuárias.

Uma classificação usual para o tratamento dos esgotos é em função da eficiência das unidades, se classificam as instalações de tratamento em função do grau de redução dos sólidos em suspensão e da demanda bioquímica de oxigênio ou química do oxigênio proveniente do emprego de uma ou mais unidades de tratamento: tratamento preliminar (remoção de sólidos grosseiros, gordura e areia); tratamento primário (sedimentação, flotação, sistemas anaeróbicos, digestão e secagem do lodo); tratamento secundário (filtração biológica, processos de lodo ativados, lagoas de estabilização aeróbicas) e tratamento terciário (processos de remoção de agentes patogênicos, processos de remoção de nutrientes e processos de tratamentos avançados) (JORDÃO e PESSOA, 2011).

No início do tratamento do esgoto, chamado de fase preliminar, o esgoto bruto é submetido a processos físicos para a remoção de sólidos de maiores dimensões (sólidos suspensos) e sólidos decantáveis (areia e gordura), como o gradeamento que pode ser composto por grades finas, grosseiras e/ou peneiras mecanizadas; as caixas de areia que têm a função de remoção da areia presente no efluente; e, a calha *Parshall* para a medição da vazão que entra na estação de tratamento (BRASIL, 2020).

Na etapa de tratamento primário, os sólidos em suspensão no efluente (e, em decorrência, parte da matéria orgânica), não removidos pelo tratamento preliminar, são separados do efluente por sedimentação, em unidades denominadas como decantadores primários. Nestes os esgotos fluem vagarosamente, permitindo que os sólidos em suspensão, por possuírem uma densidade maior que a do líquido, sedimentem-se gradualmente no fundo. Os

óleos e graxas, por possuírem uma densidade menor que do líquido, sobem para a superfície dos decantadores, onde são coletados e removidos para posterior tratamento (BRASIL, 2008).

O tratamento secundário é usualmente um processo biológico no qual a matéria orgânica é consumida, por microrganismos aeróbios, anaeróbios e/ou facultativos, em tanques denominados como reatores biológicos. Os principais reatores utilizados são do tipo lagoas de estabilização, filtros biológicos, reatores anaeróbios de fluxo ascendente e lodos ativados. Dependendo do formato do tratamento, a matéria orgânica ainda presente no efluente, após os reatores biológicos, pode sofrer um processo de sedimentação nos designados decantadores secundários (BRASIL, 2020).

Por fim, o tratamento terciário ou avançado, que tem por objetivo principalmente, a remoção de nutrientes (nitrogênio e fósforo), bem como a desinfecção e a remoção de compostos tóxicos e contaminantes específicos. Geralmente é utilizado quando se requer efluente final com elevado grau de polimento, com valores muito pequenos de demanda bioquímica do oxigênio DBO e sólidos suspensos (SS) (MENDONÇA e MENDONÇA, 2018).

2.3 Estações de tratamento de esgotos: um perigo a saúde e ao meio ambiente?

Desde os tempos mais remotos, já no início do assentamento do homem nas cidades, o esgoto sanitário já era uma preocupação entre os povos mais antigos. Em 3750 a. C foram construídas galerias em Nípur (Índia) e na Babilônia. Em 3100, já se empregava manilhas cerâmicas nesse intento (AZEVEDO NETTO, 1984). Na Roma Imperial, engendrava-se ligações diretas das casas até os canais. Contudo, por se tratar de um empreendimento realizado por moradores, nem todas as residências apresentavam essas benfeitorias (MELTCALF e EDDY, 1977).

Na idade média, considerada idade das trevas pelos humanistas do XVII, não se tem registros de grandes realizações em relação ao saneamento, em especial aos esgotos. O desleixo e desconhecimento sobre os riscos dos microrganismos até meados do século XIX decerto foram as causas das grandes

epidemias ocorridas na Europa, entre os séculos XIII e XIX, correspondendo com o desordenado crescimento de algumas cidades (SAWER e McCARTY, 1978).

O crescimento caótico aliado a falta de limpeza resultou em doenças, as epidemias ameaçavam a produção econômica nos países ocidentais, com isso criou-se a necessidade das políticas voltadas ao saneamento básico e surgem preocupações de saúde coletiva, com a provisão de água, alimentos e hábitos de higiene (CAVINATTO, 1992 SILVA, 1998; RESENDE, 2002; SOUSA, 2009).

O desenvolvimento do saneamento básico ocorreu de maneira lenta e gradual no decorrer da história da humanidade. O desenvolvimento da bacteriologia contribuiu para o homem dar valor à saúde sanitária, bem como desenvolver meios de obter água potável, protegê-la de possíveis contaminações e ampliar as ações preventivas (HELLER *et al*, 2018).

Atualmente, ainda persiste o intenso processo de urbanização sem o devido planejamento, as cidades passaram a conviver com problemas cada vez mais sérios para o bem estar de seus habitantes: a degradação ambiental e os impactos sociais em função da necessidade de melhorias nos bairros, como, por exemplo, a construção de Aterros Sanitários, Estações de Tratamento de Esgoto, dentre outros projetos que visam proporcionar uma melhor qualidade de vida para a comunidade (CASTANHEIRA e BAYDUM, 2015).

A maioria dos autores definem impacto ambiental como associada a uma ação humana. A resolução 001/86 – CONAMA define impacto ambiental como “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais” (BRASIL, 1986).

Como uma forma de minimizar esses impactos, garantir a qualidade de vida e serviços as populações. Os governos têm mantido esforços em investir em obras relacionadas a energia, água e esgoto. Entre as diligências que visam estabelecer o controle e a proliferação de doenças está a construção de estações de tratamento de esgoto (ETE).

As estações de tratamento de esgoto são objetos técnicos específicos nos quais ocorrem processos físicos, biológicos e

químicos. Porém, necessita de supervisão constante, pois o processo tecnológico, a introdução de sistemas de monitoramento e controle não são capazes de excluir o surgimento de falhas e mau funcionamento de dispositivos individuais (KIRKWAN, 1998; RAK, 2003; IWANEJKO, 2008).

As ETEs desempenham um papel significativo na redução da poluição ambiental das águas causada pela descarga direta de esgoto (YANG *et al.*, 2022). O tratamento de esgotos é de grande relevância para a manutenção da água, recurso vital para o ser humano e de outros seres vivos, evitar a propagação de doenças, para a construção de cidades mais limpas e com melhor qualidade de vida.

Embora o efluente oriundo do tratamento atenda ao padrão de descarga, quando este é descarregado no corpo d'água com maior volume de água, ainda terá graus de influência na qualidade da água receptora do corpo, sendo um pré requisito importante para prever as mudanças na qualidade da água e formular planos de redução de poluentes (YANG *et al.*, 2022). A capacidade de diluição de um corpo receptor deve considerar as condições iniciais da qualidade da água e a variação do regime hidrológico, impedindo o lançamento de cargas poluidoras que ultrapassem a sua capacidade de autodepuração (MARÇAL e SILVA, 2017).

O lançamento e a diluição de efluentes merecem atenção e acompanhamento adequado por parte dos órgãos gestores, por meio do monitoramento dos efluentes e do impacto na qualidade da água do corpo receptor. Segundo Sperling (2005), o impacto do lançamento de efluentes originados de estações de tratamento de esgoto (ETE) em corpos d'água é motivo de grande preocupação para a maioria dos países. O que reforça a importância das políticas e normas ambientais para a definição de critérios de locais de descarga a nível de tratamento exigido a fim de evitar o comprometimento dos recursos hídricos (MARÇAL e SILVA, 2017).

Além dos impactos causados pela descarga de efluentes que pode estar fora dos padrões tem-se a poluição do ar. A poluição do ar acontece por presença de particulados e gases oriundos das diversas atividades humanas. São automóveis e caminhões, fábricas e mesmo singelas atividades como utilização de assopradores para limpeza de pátios e terrenos, que acabam

jogando milhares de partículas na atmosfera. Os gases são oriundos de fermentações de resíduos e também de atividades industriais e agrícolas. Além dessas, a manipulação de esgotos e bombeamentos podem carrear bactérias e fungos para o ar transmitindo doenças (GELINSKI NETO e GELINSKI, 2018).

Os esgotos podem gerar gás sulfídrico e gás metano. O gás sulfídrico e o gás metano presentes nas fermentações anaeróbicas de esgotos podem provocar desde irritação respiratória até problemas neurológicos como irritabilidade, dores de cabeça e perda de memória. Além disso, bactérias, vírus e fungos podem viajar no ar a partir do esgoto bruto provocando diversas doenças que vão de tuberculose a disenteria. Durante o manuseio de dejetos humanos nas ETEs além de gases e organismos patogênicos são liberados materiais particulados, conforme apontam (MUCCIACITO e CORDEIRO, 2014). E a poluição atmosférica é percebida pelas populações no entorno das mesmas através dos maus odores.

Existe uma demanda incontestável de que sejam fortalecidas ações tecnológicas para solucionar as emissões de gases por duas razões: primeiro, os compromissos assumidos pelo Brasil no que diz respeito à redução de emissões de gases de efeito estufa; e, segundo, pela existência de doenças relacionadas à exposição de humanos aos diferentes gases oriundos de esgotos não corretamente tratados.

Um outro aspecto em relação ao tratamento de esgotos, referente a lagoas de estabilização é a questão da proliferação de insetos, principalmente de mosquitos em área de doenças endêmicas como dengue, febre amarela e malária. Para que isso não ocorra, a recomendação é que não haja vegetação muito próxima das lagoas e que se tenha profundidades superiores a 80/90 cm (LAROVERE, 2002).

Outras fontes potenciais de poluição e incômodos foram apontadas por populações vizinhas as ETEs por Giuliano e Giuliano (2004) em razão da construção das ETEs como mau cheiro, trepidações, poeira, vibrações, ruídos e barulhos desagradáveis atribuídos à construção;

2.4 Parâmetros de qualidade do esgoto

Os parâmetros de qualidade são as grandezas que indicam as características dos esgotos e estes podem ser de ordem química, física e biológica. No ramo do tratamento dos esgotos os parâmetros de interesse são aqueles pertencentes as exigências legais, e os impostos para projeto, operação e avaliação do desempenho das ETEs (JORDÃO e PESSOA, 2011).

Segundo M. Von Sperling (1996), os principais parâmetros relativos a esgoto predominantemente domésticos que merecem destaque são: sólidos, indicadores de matéria orgânica, nitrogênio, fosforo e indicadores de contaminação fecal. Atualmente no Brasil, esses parâmetros seguem as diretrizes das Resoluções CONAMA nº357/05 e nº274/00.

2.4.1 Parâmetros físicos

São caracterizados sobretudo por substâncias que se separam fisicamente dos líquidos, ou que não se apresentam dissolvidas (LINS, 2010). Segundo Alegre (2004) para a sua determinação é necessário estabelecer as seguintes características: cor, turbidez, temperatura e sólidos. A seguir apresentaremos os parâmetros conforme suas indicações ao compor os esgotos, seus impactos nos corpos d'água e quando houver a saúde humana.

Cor e turbidez

A cor é causada por matéria orgânica em solução na água, enquanto que a turbidez é causada pela presença de matéria em suspensão. São responsáveis por indicar de imediato o estado de decomposição do esgoto (FUNASA, 2015). Pode ser de origem natural (substâncias húmicas) ou artificial (corantes e pigmentos) (JORDÃO e PESSOA, 2005).

. A tonalidade acinzentada acompanhada de alguma turbidez indica a condição de chegada do esgoto a ETE e a cor cinza escura ou preta, indica esgoto séptico (QUASIM,1985). Ambos são indesejáveis do ponto de vista estético, além de exigirem maiores quantidades de produtos químicos para o tratamento da água (diminuição da eficiência da desinfecção) e servir de substrato para microrganismos patogênicos. Nos corpos hídricos, interferem na

fotossíntese das algas nos lagos pela diminuição da penetração da luz (VON SPERLING, 1996; JORDÃO e PESSOA, 2005).

Em sua origem natural, a cor não representa risco direto a saúde, mas consumidores podem questionar e buscar fontes não confiáveis. Além disso, a coloração das águas contendo matérias orgânica pode gerar produtos potencialmente cancerígenos (trihalometanos – ex: clorofórmio). Já a de origem industrial pode ou não gerar toxicidade (VON SPERLING, 1996).

Temperatura

É um parâmetro de grande importância uma vez que influencia na saturação do oxigênio nos corpos d'água, nas taxas das reações químicas e biológicas (LINS, 2010). Dessa forma, afeta a atividade microbiana e a solubilidade dos gases, possui relevância sobretudo no tratamento biológico e varia conforme as estações do ano. A temperatura dos esgotos normalmente se encontra superior a temperatura do ar atmosférico, a exceção dos meses mais quentes do ano (JORDÃO e PESSOA, 2011). Sendo utilizada como caracterização dos corpos d'água e das águas residuárias brutas (SPERLING, 1996). Se elevada, causa poluição térmica que conduz ao esgotamento do oxigênio dissolvido no corpo de água (JORDÃO e PESSOA, 2005).

Sólidos em suspensão

De origem doméstica e industrial, formam brancos em lamas de rios e nas canalizações dos esgotos, em que fração biodegradável sofre decomposição anaeróbia com a liberação de gás sulfídrico, metano, mercaptanas e etc., ou seja, problemas de odor (JORDÃO e PESSOA, 2005).

2.4.2 Parâmetros químicos

pH

O potencial hidrogeniônico indica a condição de acidez, neutralidade e alcalinidade da água. No esgoto a sua origem pode vir de origem de despejos domésticos (oxidação da matéria orgânica e despejos industriais (lavagem acidas de tanques, por exemplo) (VON SPERLING,1996).

Cloretos

Podem ser originados pela dissolução de minerais e de rochas que a água esteve em contato; por intrusão de língua salina, por lançamentos de esgoto doméstico, despejos industriais e lixiviação de áreas agrícolas. Estão sempre presentes no esgoto pela contribuição das excretas humanas e sua remoção é praticamente insignificante nos processos convencionais (JORDÃO e PESSOA, 2011).

Amônia

É produzida como primeiro estágio da decomposição do nitrogênio. Nos corpos d'água pode causar toxicidade para os peixes (BARROS, 1995; VON SPERLING, 1995).

Nitritos

São muito instáveis no esgoto e oxidam facilmente para nitratos. A presença de nitritos indica uma poluição antiga e são praticamente inexistentes no esgoto bruto.

Nitratos

Os nitratos indicam uma forma final de estabilização e assim como os nitritos são praticamente ausentes no esgoto bruto. Possui importância médica, podendo causar enfermidades em recém-nascidos, metahemoglobinemia (síndrome do bebe azul).

Fósforo

Existente no esgoto na forma orgânica e inorgânica. É um nutriente indispensável no tratamento biológico. O fósforo orgânico pode ser encontrado junto a matéria orgânica, em proteínas e aminoácidos. Já o fósforo inorgânico na forma de ortofosfato e polifosfato. As principais fontes de ortofosfatos são o solo, detergentes, fertilizantes, despejos industriais e esgotos domésticos (degradação da matéria orgânico). A forma que estes apresentam na água depende do pH tais como: PO_4^{-3} , HPO_4^{-2-} , H_2PO_4^- , H_3PO_4 . Em esgotos domésticos predomina a forma HPO_4^{-2-} . O fósforo assume um papel importante no tratamento dos esgotos, sendo necessário no desenvolvimento dos processos aeróbios; no processo de lodos ativados requer uma proporção ótima de 100:5:1 (DBO:N:P). O seu lançamento excessivo nos corpos d'água, gera eutrofização, tornando necessária a sua remoção no processo terciário, nos casos de lançamentos em sistemas fechados (lagos, lagoas, baías). A remoção do fósforo ainda pode ser feita por processo físico-químicos (floculação e coagulação) ou diretamente no processo biológico JORDÃO e PESSOA, 2011).

Oxigênio dissolvido no esgoto (ODe)

Nos esgotos os teores de Oxigênio Dissolvido são normalmente nulos ou próximos a zero. Isto se deve a grande quantidade de matéria orgânica presente, implicando em um alto consumo de oxigênio pelos microrganismos decompositores.

2.4.3 Parâmetros biológicos

São aqueles que avaliam a presença e quantidade de microrganismos presentes nas águas residuárias. Sua importância se deve as enfermidades que podem ser transmitidas pelos organismos patógenos existentes no esgoto.

Micro-organismos

Os principais organismos encontrados em águas residuárias são: as bactérias, os fungos, os protozoários, os vírus, as algas e os grupos de animais de plantas. As bactérias compõem o grupo de maior referência, são as

responsáveis pela decomposição e estabilização da matéria orgânica. Tanto na natureza como na etapa de tratamento biológico nas estações de tratamento.

Indicadores da poluição fecal

Há vários tipos de organismos cujas presença em um corpo d'água indica determinados tipos de poluição. No entanto, no caso para indicação da poluição fecal e para medição da extensão dessa contaminação adota-se como indicadores bactérias de origem fecal que são típicas do intestino humano e de outros animais de sangue quente.

Coliformes totais (CT)

Foram as primeiras a serem adotadas como indicadoras da poluição humana. Contudo a presença de bactérias do grupo coliforme totais na água de esgoto não indica, necessariamente que seja uma carga de origem humana ou animal. Visto que esses organismos podem ser originados em outros ambientes como na vegetação, solo e serem carreados com a água da lavagem. Por conterem os coliformes fecais e uma variedade de espécies. Foram desenvolvidos testes específicos para medir coliformes totais e outros grupos. A medida dos coliformes é dada por uma estimativa de sua concentração, conhecida como Número Mais Provável de Coliformes Totais (NPM/100ml).

Coliformes termotolerantes ou coliformes fecais (CF)

São um subgrupo de coliformes totais, indicadoras de organismos originários do trato intestinal humano e de outros animais. O teste de Coliformes Fecais é feito a uma elevada temperatura, onde o desenvolvimento de bactérias não fecais é eliminado. Devido a esse motivo são denominadas termotolerantes, as espécies mais conhecidas são *Escherichia coli* e *Klebsiella*.

2. 5 O esgotamento sanitário na bacia hidrográfica do Anil: urbanização, impactos ambientais e a relação com a saúde pública

A urbanização é uma das tendências mais transformadoras do século XXI (WWC, 2018) e traz fortemente implicações em relação a geração de impactos em várias áreas e níveis. Muitos destes impactos são verificados na dinâmica hídrica das bacias hidrográficas, onde o crescimento da malha urbana se faz juntamente com a desnaturalização dos rios e dos processos envolvidos na dinâmica hídrica das bacias de drenagem (CARVALHO *et al.*, 2020).

As bacias hidrográficas compõem uma área de drenagem de um rio principal e seus afluentes, compreendem também uma porção do espaço em que as águas das chuvas, montanhas, subterrâneas ou de outros rios escoam em direção a um determinado curso d'água, abastecendo-o, sendo assim, atualmente a principal unidade de análise ambiental. (PENA, 2018).

Em áreas urbanas, as bacias hidrográficas se constituem como a mais adequada unidade de planejamento para o uso e exploração de recursos naturais, pois seus limites são imutáveis dentro do horizonte de planejamento urbano, facilitando o acompanhamento das alterações naturais ou introduzidas pelo homem. assim o disciplinamento do uso e da ocupação da bacia é o meio mais eficiente de controle dos recursos hídricos (VAEZA *et al.*, 2010).

Os processos de urbanização geram inúmeros tipos de degradação no meio ambiente, destacando entre eles o lançamento de esgoto em corpos hídricos, instabilidade de encostas, erosões, assoreamento e desmatamentos (MUCELIN e BELINI, 2008).

Segundo a resolução CONAMA de nº001/86, considera-se impacto ambiental as alterações das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, e a qualidade dos recursos ambientais.

A consequência do impacto ambiental é a degradação ambiental, tem-se a degradação ambiental: alteração adversa das características do meio ambiente (BRASIL,1981). Estas alterações precisam ser avaliadas, pois apresentam variações, podendo ser positivas ou negativas, grandes ou pequenas. (AMORIM e CORDEIRO, 2004).

Compreender a relação entre ocupação urbana e degradação ambiental é extremamente necessário para prevermos e evitarmos impactos futuros, tais como alagamentos, perda do potencial de geração de alimentos, poluição do ar e solo, impactos irreversíveis sob a fauna e flora. Conhecer as vulnerabilidades implica em entender a susceptibilidade e/ ou a resistência deste frente às pressões externas, a fim de identificar áreas com maior propensão a impactos (MOURA, GRIGIO, & DIODATO, 2010).

O Brasil ainda tem dificuldade em ampliar e melhorar o acesso aos serviços de saneamento, objetivo estipulado pela ONU (2015), de “assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e saneamento para todos”. Os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2015 (IBGE, 2016) apontam que: 85% das residências no país eram atendidas pela rede geral de abastecimento de água; a coleta de esgoto sanitário atendia em torno de 64% dos domicílios; e a coleta de resíduos sólidos atendia cerca de 90% das unidades domiciliares brasileiras.

A região Nordeste ocupa o segundo lugar em ausência de infraestrutura de saneamento, onde somente 28% da população possui coleta de esgotos, e onde ocorreu o maior número de hospitalizações - 113,7 mil em 2019, perdendo apenas para a região Norte com 12% da população possuindo coleta de esgotos; na região foram 42,3 mil internações por doenças de veiculação hídrica (TRATA BRASIL, 2021).

No Maranhão o nível de deficiência dos serviços é bem evidente, em relação a cobertura dos serviços de saneamento, segundo pesquisa divulgada pelo Instituto Trata Brasil com base no sistema nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) divulgado em 2016 sobre serviços de saneamento, mostra que apenas 12,1% dos maranhenses tinham acesso aos serviços de esgotamento sanitário. e São Luís ocupava a 79ª no avanço do esgotamento sanitário das 100 grandes cidades, segundo o instituto (2017). Apesar de oferecer serviços d'água tratada a cerca de 88,02% da população, somente 4,03% do esgoto produzido é tratado e 47,9% da população tem acesso à coleta de esgoto (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

Entre os problemas que podem ser facilmente encontrados na cidade de São Luís em áreas de bacias hidrográficas está o uso e ocupação de solo de forma indiscriminada. A bacia do Rio Anil, possui grande parte de suas áreas de

preservação permanente intensamente urbanizadas, por se localizar em área comercial e residencial no centro da cidade de São Luís. Áreas de Preservação Permanente (APP) consistem em espaços territoriais legalmente protegidos, ambientalmente frágeis e vulneráveis, podendo ser públicas ou privadas, urbanas ou rurais, cobertas ou não por vegetação nativa (BRASIL, 2012).

Se destaca pela grande presença de palafitas e o despejo de efluentes domésticos *in natura* em suas águas (SILVA *et al.*, 2014, SOUZA, 2005). Atualmente, a urbanização da bacia hidrográfica do Rio Anil recobre 64,66% dos solos (CRUZ, RIBEIRO e PEREIRA, 2020).

Nas últimas décadas, constatou-se alguns retrocessos e melhorias no sistema de esgotamento sanitário de São Luís. Verificou-se em primeiro momento um conflito entre o princípio da universalidade e da integralidade nas bacias de esgotamento sanitário no município, sendo que ambos princípios necessitam estar entrelaçados (MARQUES *et al.*, 2020).

Entre as melhorias estão o lançamento pelo governo do Estado do Programa Mais Saneamento com a construção de 35 estações elevatórias de esgoto e 355 km entre interceptores e redes coletoras, além da construção de duas novas estações de tratamento de esgoto (Vinhais e Anil), a primeira em funcionamento e a segunda em fase final de construção e da reabilitação das estações já existentes. Tais resultados começam a ser vistos pela melhoria da balneabilidade das praias da Ilha de São Luís, por meio dos laudos semanais divulgados pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais – SEMA (FABRI, 2018).

O serviço de esgotamento sanitário e abastecimento do município de São Luís é de atribuição estadual realizado pela Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão – CAEMA. Além desta empresa, outro responsável também por uma parcela dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e dos serviços de drenagem, é a Prefeitura Municipal de São Luís - MA, por meio da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos (SEMOSP), ambas são subordinadas à Superintendência de Saneamento Básico (SUSAN) (MARQUES *et al.*, 2020).

A falta de saneamento ou um saneamento básico precário possibilita que os esgotos e os excrementos humanos sejam uma das principais causas da deterioração da qualidade das águas, implicando na contaminação e proliferação

por agentes etiológicos. Situação que representa riscos à saúde da população que, de acordo com a OMS, está muito associado à pobreza, afeta mais a população de baixa renda, em conjunto com outros riscos, como a subnutrição e a higiene inadequada (CONCEIÇÃO, 2017).

A existência de lei federal e as políticas municipais têm como princípios fundamentais a universalização e a prestação dos serviços de saneamento de forma adequada, visando garantir saúde para a população. Sendo assim, é importante identificar quais enfermidades são oriundas de saneamento inadequado. Para distinguir as doenças associadas ao saneamento, foi criada uma classificação para patologias infectocontagiosas, que passou a ser utilizada pela Fundação de Nacional da Saúde (FUNASA, 2013), nomeando-as de doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (DRSAI). Estas podem ter relação com o saneamento inadequado por abastecimento de água não tratada, esgotamento sanitário inadequado, contaminação pela presença de resíduos sólidos ou condições precárias de habitação, sendo divididas em cinco categorias: doenças de transmissão feco-oral por ingestão ou contato com a água (diarreia, febres entéricas, hepatite A); doenças transmitidas por inseto vetor (dengue, febre amarela, leishmanioses, filariose linfática, malária, doença de chagas); doenças transmitidas através do contato com a água (esquistossomose, leptospirose); doenças relacionadas com a higiene (doenças dos olhos, tracoma, conjuntivites, doenças da pele, micoses superficiais); e geohelmintos e teníases (helminthíases, teníases) (CAIRNCROSS & FEACHEM, 1993).

Há uma infinidade de doenças de veiculação hídrica, em países em desenvolvimento como o Brasil, as doenças causadas por problemas no saneamento, principalmente o contágio por veiculação hídrica, é bastante recorrente na área da saúde pública (VENSON *et al.*, 2017). Com relação a relação entre saneamento e doenças em 2020, dados preliminares mostram que o país teve 174 mil internações por doenças de veiculação hídrica (diarreicas, dengue, leptospirose, esquistossomose e malária). De acordo com o DATA SUS, os óbitos em 2020 estão estimados em 1,9 mil, o que também seria uma redução entre 30 e 35% comparativamente ao ano anterior, onde a incidência foi de 13,01 casos por 10 mil habitantes gerando gastos ao país de R\$ 108 milhões, que anuncia um alerta sobre essa problemática.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

- Avaliar a efetividade implantação e operação dos serviços de tratamento de esgotos sanitários, os problemas ambientais no corpo receptor e os impactos na saúde das comunidades residentes nos bairros que são circunvizinhos a bacia hidrográfica do Rio Anil.

3.2 Objetivos específicos

- Identificar os principais problemas de saneamento básico e suas possíveis soluções.
- Descrever os impactos ambientais tanto positivos quanto negativos causados por ETEs antes e após suas implantações e suas implicações na saúde das populações adjacentes;
- Relacionar os impactos ambientais presentes nas etapas de tratamento de esgotos com os diferentes fatores ambientais (solo, água, atmosfera e biota) e suas consequências a saúde humana a partir da percepção dos moradores circunvizinhos as ETEs inseridas na bacia hidrográfica do rio Anil.

4 METODOLOGIA

Para a elaboração da pesquisa, adotou-se a pesquisa qualitativa e quantitativa de caráter descritivo e explicativo. A pesquisa teve por objetivo a classificação descritiva e explicativa, pelos procedimentos e coleta a abordagem direta e indireta. A pesquisa sobre a percepção ambiental e da saúde foi realizada com os moradores dos bairros do Alemanha, Caratatiua e Ivar Saldanha, que compõe o Distrito João Paulo; o bairro Recanto dos Vinhais, que integra o Distrito Vinhais e os bairros do Jaracaty, São Francisco e Renascença que fazem parte do Distrito São Francisco, vizinhos das três estações de

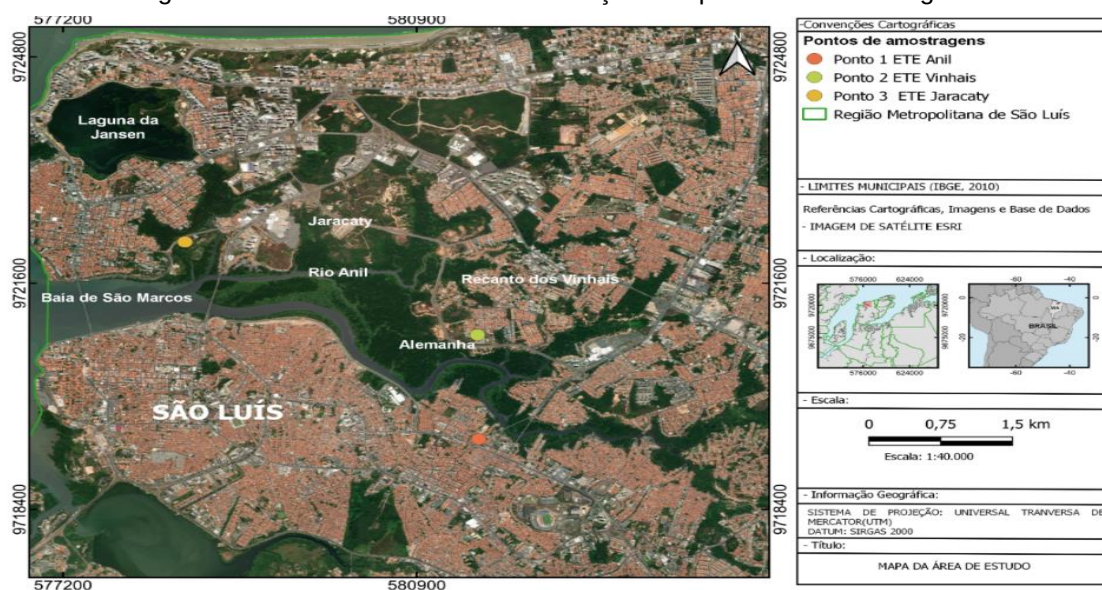
tratamento de esgoto localizadas na Bacia do Rio Anil: ETE Anil (em fase de estruturação), ETE Jaracaty e ETE Vinhais (em funcionamento).

Já as amostras para as análises físicas, químicas e bacteriológicas foram obtidas a partir dos efluentes tratados e brutos junto as ETEs selecionadas. Ou seja, a pesquisa se dará pelo objeto de laboratório e de pesquisa de campo. Devido as suas abordagens o procedimento deste trabalho realizou-se por meio de observação direta e indireta.

4.1 Área de estudo

A Ilha de São Luís compreende a microrregião da aglomeração urbana de São Luís e faz parte da mesorregião norte maranhense, abrigando em seu território quatro municípios: São Luís, Paço do Lumiar, São José de Ribamar e Raposa (SÃO LUÍS, 2011). O município de São Luís está localizado na porção ocidental da Ilha, entre os rios Bacanga e Anil. De acordo com o último censo demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), a capital São Luís possuía um total de 1.014.837 habitantes. O município apresenta importantes bacias hidrográficas como as dos rios Anil, Bacanga, Tibiri e Paciência (MARQUES *et al.*, 2020).

Figura 1 – Área de estudo com localização dos pontos de amostragens



Fonte: autora (2023)

4.2 População e amostra

Foi procedida a aplicação de questionários junto as populações dos bairros selecionados envolvidos nesse estudo. Para isso foi estabelecido um raio de 1km (R =1 Km) ao redor das ETes, espaço considerado como uma faixa abrangente para a repercussão de impactos tais como a proliferação de odores, insetos, formação de aerossóis e propagação de ruídos conforme GIULIANO e GIULIANO (2004).

Para a aplicação dos questionários, foi realizado um cálculo amostral para população finita, definido pela técnica de erro máximo tolerável para a população dos bairros selecionados, conforme Zar (2010), através das seguintes fórmulas:

$$n_0 = \frac{1}{E_0^2} \quad ; \quad n = \frac{N.n_0}{N+n_0} \quad \text{onde:}$$

N = tamanho máximo da população

E₀ = erro máximo tolerável

n₀ = primeira aproximação do tamanho da amostra

n = tamanho da amostra.

Calculou-se o número de entrevistados em 25 para o Distrito João Paulo, 25 para o Distrito Vinhais e 25 para o Distrito São Francisco.

Os dados utilizados nesse trabalho usaram como eixo norteador a divisão do INCID (Instituto da cidade, pesquisa e planejamento urbano e rural), sendo assim, para a realização do cálculo utilizou-se as bases distrito.

- *Distrito João Paulo:* (Alemanha, Caratatiua, Coroadó, Filipinho/ Redenção, Ivar Saldanha, João Paulo, Jordoa, Sítio Leal e Túnel do Sacavém).
- *Distrito Vinhais:* (Belo Horizonte, Boa morada, Cohafuma, Conjunto Habitacional Vinhais, Jardim Monterey, Vinhais Velho, Loteamento Vinhais, Parque Angela, Residencial Vinhais III, Parque Atenas, Parque Olinda, Vila 25 de maio, Conjunto dos Ipês Roseana, Planalto Vinhais II,

Quitandinha, Vinhais I, Vinhais II, Recanto dos Nobres, Recanto dos Vinhais, Residencial Planalto Vinhais I, Vinhais VI, Vila Menino Jesus de Praga, Cohaserma, Planalto do Calhau, Vinhais V, Vinhais III e Vinhais IV).

- *Distrito São Francisco*: (Ilhinha, Jaracaty, Jardim Renascença, Santa Eulália/ Vila Independente e Jardim São Francisco).

4.3 Coleta de dados

A presente pesquisa caracteriza-se como sendo de caráter experimental com realização de entrevistas via formulário semi-estruturado com 46 questões abertas e fechadas.

A pesquisa objeto desta dissertação foi desenvolvida em duas partes: 1) uma análise qualitativa na primeira fase, para que as perguntas objetos da dissertação pudessem ser respondidas; 2) a análise também é qualitativa, para estender a pesquisa, procurou-se responder as questões e incluir outros temas como, inclusão social, acesso ao saneamento básico, renda e transporte. Trata-se de uma pesquisa descritiva que, neste caso, visou apontar a realidade operacional do tratamento de esgotos da cidade de São Luís.

4.4 Entrevistas

Os questionários permitiram verificar o grau de reconhecimento dos impactos ambientais, sociais e na sanidade dos indivíduos ocasionados pelas ETEs, tanto em sua fase de implantação, quanto de operação, por parte das populações circunvizinhas, além de propiciar a caracterização dessas populações estudadas em termos de sua conscientização ambiental e de sua estrutura política e cultural.

Foram aplicados pela pesquisadora, a população dos três distritos selecionados um questionário semiestruturado (Anexo A) composto de 19 questões abertas e fechadas, adaptado de CASTANHEIRA & BAYDUM (2015)

e GIULIANO & GIULIANO (2004), sendo incluídas perguntas elaboradas pela pesquisadora que buscam respostas para os problemas da dissertação, a saber:

- *Quais são os impactos ambientais causados pelas estações de tratamento de esgoto que integram a bacia do rio Anil?*
- *Quais efeitos são sentidos pela população do entorno e como isso afeta a saúde dessa população?*

As questões objetivas, estarão divididas nos seguintes itens:

I. Identificação - 6 questões referentes a:

Município / Data / Nome do entrevistado / Sexo / Idade / Cor / Endereço / Posição na estrutura familiar.

II. Condições sócio econômicas - 4 questões referentes a:

Forma de apropriação do imóvel / Número de residentes - Renda familiar / Escolaridade dos membros da família.

III. Estrutura domiciliar e urbanidade - 11 questões referentes a:

Tempo de moradia / Procedência da família / Motivo da vinda para o local / Indicação dos aspectos locais (clima, qualidade do ar, proximidade do local de trabalho, de escolas, igrejas, comércio) / Qualidade dos serviços urbanos (água, esgoto, luz, pavimentação, limpeza pública, transporte coletivo) / Localização do imóvel em relação à outras fontes potenciais de incômodos (indústrias, usinas, lixões, cemitérios) / Qualidade do imóvel (aspectos construtivos e de espaço físico) / Bens de consumo existentes no imóvel.

IV. Aspectos socioambientais – 5 questões referentes a:

Percepção do odor/ intensidade do odor/ qual horário percebe mais o odor/ frequência/ Se percebe alteração do odor devido a sazonalidade.

V. Saúde - 7 questões referentes a:

Rua/ Tempo de residência do morador/ Principais problemas verificados/ Já teve caso de doença causada pela falta de manutenção da Estação de Tratamento/ A residência possui tratamento de esgoto ou fossa/. O que tem feito para minimizar a situação/ De que forma sente prejudicado de alguma maneira pela Estação/ Qual a importância da Estação de Tratamento/ Quem são os beneficiados pelo funcionamento dela.

V. Avaliação em relação às questões ligadas à empresa de saneamento e ao tratamento de esgotos - 6 questões referentes a:

Conhecimento acerca da empresa prestadora dos serviços de saneamento / Classificação dos serviços gerais prestados pela empresa / Sistema tarifário / Percepção com relação ao problema do esgoto / Impactos observados na construção e/ou operação das estações de tratamento de esgoto.

V. Estrutura político-cultural - 4 questões referentes a:

Participação em associações comunitárias / Área de atuação das associações / Avaliação de êxitos alcançados pelas associações / Perfil político-cultural do entrevistado/ Classificação por parte do entrevistado da classe social a que pertence.

4.5 Critérios para seleção de participantes

4.5.1 Critérios de inclusão

- Ser maior de idade;
- Possuir qualquer nível de renda ou escolaridade;
- Residir na comunidade por pelo menos dois anos, tempo considerado suficiente para construir a percepção sobre o ambiente onde reside.

4.5.2 Critérios de exclusão

- Ser menor de 18 anos;
- Residir a mais do raio de 1km das estações de tratamento de esgoto.

4.6 Análise de efluentes

4.6.1 Periodicidade e localização dos pontos

As amostras foram coletadas com frequência bimestral, totalizando quatro coletas (1ª: 24/08/2021; 2ª: 08/11/2021, 3ª:25/01/2022 e 4ª: 22/03/2022). A amostragem consistiu na coleta de amostras de efluentes de esgoto oriundos de três pontos receptores, dois de águas residuárias tratadas e um de bruta. Sendo bruta, o ponto 1 (ETE Anil), situado entre as coordenadas ($2^{\circ}32'18.60''\text{S}/44^{\circ}15'59.17''\text{O}$), marcadas utilizando GPS (*Global Positioning System*), (modelo: GPSMAP 64x / marca: Garmin) a partir de uma estação elevatória no interior da ETE (Figura - 3).

A ETE Vinhais descarrega seus efluentes no ponto 2, posicionado entre ($2^{\circ}31'30.58''\text{S}/44^{\circ}15'59.67''\text{O}$) e a ETE Jaracaty, no ponto 3 fixado entre ($2^{\circ}30'47.83''\text{S}/44^{\circ}17'38.73''\text{O}$).

A ETE Vinhais lança seus efluentes em área de manguezal localizado no bairro Recanto dos Vinhais (Figura - 4), enquanto a ETE Jaracaty lança suas águas residuárias no riacho Jaracaty (Figura - 5), localizado no bairro de mesmo nome.

Figura 2 – Marcação dos pontos de coleta utilizando GPS



Fonte: autora (2023)

4.6.3 Processamento das amostras

Após a coleta *in situ* de parâmetros físico-químicos utilizando sonda multiparamétrica (Figura - 6), seguiu-se com as demais análises de qualidade da água, tais como: cor, turbidez, sólidos totais dissolvidos (TDS), pH (potencial do hidrogênio), cloreto, nitrogênio, fósforo, amônia, oxigênio dissolvido (OD). As amostras para análises físicas e químicas foram coletadas em frascos de plástico e vidro, e conduzidas ao Laboratório de Biogeociclos dos constituintes Químicos da Água (LABCICLOS) do Departamento de Oceanografia e Limnologia (DEOLI) situado na Universidade Federal do Maranhão - UFMA, campus Dom Delgado e para o Laboratório Ciência do Ambiente (LACAM) do Departamento de Engenharia Ambiental, localizado na Universidade Ceuma, campus Renascença.

As amostras de cunho bacteriológico foram colhidas em frascos de plástico, vedadas com papel laminado, acondicionadas em gelo e foram conduzidas ao laboratório do Programa de Controle de Qualidade de Alimentos e Água (PCQA) da Universidade Federal do Maranhão- UFMA, com todas as análises realizadas na cidade de São Luís. Essas observações tiveram o intuito de averiguar a qualidade da água tratada pelas ETEs em funcionamento. Amostras também foram recolhidas da ETE do Anil, que ainda não se encontra em funcionamento, para fins de comparação.

Figura 3 – Vista de estação elevatória na ETE



Figura 4 – Ponto de descarga de efluente de esgoto no bairro Recanto dos Vinhais



Figura 5 – Ponto de descarga de efluente de esgoto no bairro do Jaracaty



Figura 6 – Utilização de sonda multiparamétrica em campo



Fonte: autora (2023)

4.6.4 Procedimentos experimentais

4.6.4.1 análises físico-químicas dos efluentes

No LabCiclos foram realizadas as análises de oxigênio dissolvido (OD) e sólidos totais dissolvidos (STD). O OD, foi executado pelo método de *Whinkler*,

descrito por Golterman *et al.*, (1969) através da titulação pelo tiossulfato de sódio. Em campo, as amostras foram contidas em frascos de vidro cor âmbar (250mL) e tampa de vidro esmerilhada, tendo o cuidado de não provocar bolhas ou turbulência durante a coleta e o transporte, além da ausência de luz. Ainda em campo, foram adicionados 1,0 mL de sulfato de manganês (MnSO_4) 36,4% 1,0 mL da solução de NaOH 50% e KI 15% com o auxílio de seringas.

Em laboratório, foram adicionados 1,0 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4), recolocaram-se as tampas e agitou-se o conteúdo, os frascos foram deixados no escuro e aguardou-se 30 minutos para a formação do precipitado. Para a titulação, seguiu-se transferindo 100 mL da amostra de água para um balão volumétrico de 250 mL com réplica, titulou-se com a solução de tiossulfato até haver a mudança de azul para incolor (Figura 7), usou-se como indicador 2,0 mL da solução de amido. A partir do volume titulado, calculou-se a concentração de oxigênio pela seguinte fórmula:

$$OD(\text{mgL}^{-1}) = \frac{V_{t(\text{mL})} (V-b) \times 1000}{V_{\text{do frasco de DBO}}} \cdot 22,4 \frac{T}{273}$$

Onde:

OD (mg L) é a concentração de oxigênio dissolvido em mg L^{-1}

V = volume médio (mL) da solução de tiossulfato gasto na titulação;

b = volume do teste em branco (tiossulfato ou iodato);

T = temperatura da amostra *in situ*.

Os sólidos totais dissolvidos foram determinados pelo método gravimétrico, descrito em *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 21ª edição, que se inicia filtrando-se (Figura 8) o volume medido da amostra (50mL) de cada efluente, em um sistema de filtração a vácuo, da marca *Quimis* mediante o filtro de fibra de vidro (55 mm de diâmetro) da marca *Merck*. Após este processo, com o auxílio de uma pinça metálica levou-se o papel filtro em estufa para secagem a 105°C (Figura 9) e após esfriarem em temperatura ambiente, estes foram pesados (Figura 10) em balança analítica (marca Bel/

modelo M214 – AIH) e deu-se sequência, realizando-se o cálculo da diferença entre o peso inicial e final de cada filtro.

No LACAM, foram realizadas as análises de cloretos, amônia, nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito, fosfato, fósforo total, cor e turbidez com exceção de turbidez e cloretos, as demais análises seguiram o método espectrofotométrico.

A análise de cloretos, foi determinada pelo método de *Morh*, onde os íons cloretos são precipitados através da titulação com solução de nitrato de prata na forma de cloreto de prata, ajustando o pH das amostras com medidor de pH digital portátil (marca: Liyeehao) / modelo: LCD pH818) (Figura 11) entre 7 e 10 com solução de Hidróxido de sódio (NaOH) ou de ácido sulfúrico (H₂SO₄).

Uma solução de Dicromato de potássio (K₂Cr₂O₇) foi utilizada como indicadora do ponto final da reação (Figura 12), brancos também foram preparados utilizando os reagentes, mas sem inclusão da amostra. Após os resultados, foi aplicada a seguinte fórmula:

$$Cloretos = \frac{(mg)}{(L)} = \frac{(V_{AgNO_3}^{Amostra} - V_{AgNO_3}^{Branco}) \cdot N_{AgNO_3} \cdot 35.500}{V_{amostra}}$$

$V_{AgNO_3}^{Amostra}$ = volume da solução padrão de nitrato de prata gasto na titulação da amostra, mL;

$V_{AgNO_3}^{Branco}$ = volume da solução de nitrato de prata gasto na titulação da água destilada (branco), mL;

N_{AgNO_3} = normalidade da solução de nitrato de prata usada;

$V_{Amostra}$ = volume da amostra, mL.

Para amônia total foi utilizado o método colorimétrico do indofenol, onde se reservou 10 mL da amostra filtrada, adicionando 8 gotas de solução contendo fenol, nitropussiato de sódio, álcool isopropílico e água destilada, 4 gotas de solução contendo hidróxido de sódio, hipoclorito de sódio e água destilada, aguardou-se 3 minutos de reação (Figura 13) e em sequência, foi realizada a leitura em Fotômetro multiparâmetro (modelo: HI 83200-02/ marca: Hanna), a uma absorbância de 635 nm.

A análise de nitrogênio amoniacal foi determinada pelo método descrito por Valderrama (1981), através de um agente oxidante, no caso uma solução de ácido sulfúrico a 1 mol e solução de hidróxido de sódio 1 mol e realizada a digestão a 120°C por 60 minutos (Figura 14), preparando-se brancos utilizando água destilada. Após o resfriamento foram realizadas as reações seguindo o método colorimétrico do Indofenol (Figura 15) indicado em *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005) e a leitura realizada por Espectrofotômetro UV (190 a 1100 nm) (modelo: Spectroquant Prove 300/ Marca: Merck) a 450 nm (Figura 16).

A análise do nitrito foi realizada pelo método espectrofotométrico seguindo as seguintes etapas: 1) reservou-se 10 mL das amostras filtradas; 2) adicionou-se duas gotas de solução contendo ácido fosfórico (H_3PO_4) e sulfanilamida ($\text{C}_6\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_2\text{S}$) em cada amostra, tampou-se os frascos e agitou-se por dez segundos; 3) adicionou-se uma solução contendo alfa-naftilamina ($\text{C}_{10}\text{H}_9\text{N}$) e etileno C_2H_4) tampou-se os frascos, agitou-se por 60 segundos; 5) aguardou-se nove minutos para o desenvolvimento da cor (Figura 17); 6) leitura em Fotômetro a 575 nm.

A análise do nitrato foi realizada nas etapas: 1) colocou 10 mL das amostras filtradas. 2) adicionou-se 10 gotas de solução contendo ácido fosfórico (H_3PO_4) e sulfanilamida ($\text{C}_6\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_2\text{S}$), tampou-se o frasco e agitou-se por 10 segundos. 3) adicionou-se solução composta de cloreto de amônio (NH_4Cl) e sulfato de cobre (CuSO_4); tampou-se o frasco e agitou-se por 60 segundos. 4) adicionou-se uma solução contendo alfa-naftilamina ($\text{C}_{10}\text{H}_9\text{N}$) e etileno C_2H_4); tampou-se o frasco e agitou-se por dez segundos. 5) aguardou-se nove minutos para o desenvolvimento da cor; 6) leitura em Fotômetro a 525 nm (Figura 18).

A análise de fosfato e fósforo total também seguiram o método espectrofotométrico, utilizando o método do ácido ascórbico. descrito em *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 20ª edição, com solução preparada a partir de ácido sulfúrico concentrado, tartarato de antimônio, potássio, molibdato de amônio e como segundo reagente, ácido ascórbico.

Após o preparo das soluções, seguiu-se os seguintes passos: 1) reservou-se 10 mL da amostra; 2) adicionou-se 5 gotas da solução mista e agitou-se os tubos de ensaio; 3) adicionou-se uma espátula do ácido ascórbico, agitou-se os

tubos; 4) aguardou-se cinco minutos para o desenvolvimento da cor; 5) leitura em fotômetro a 525 nm para o fósforo (Figura 19) e 610 nm para o fosfato (Figura 20).

A análise de cor foi realizada segundo o método adaptado de *Standard Methods for the Examination of Water e Wastewater*, 18ª edição, método colorimétrico de Cobalto de platina a uma absorvância de 420 nm: 1) no fotômetro foi selecionado o método cor da água; 2) encheu-se a cuvete até a marca com água destilada, sendo este o branco; 3) colocou-se o branco no suporte, fechou-se a tampa; 4) pressionou-se a tecla zero, aguardou-se a indicação no monitor, para iniciar a medição.

A leitura das amostras foi realizada nas seguintes etapas: 1) encheu-se a segunda cuvete até a marca com a amostra não filtrada, sendo esta a cor aparente; 2) filtrou-se 10 mL através de uma membrana de 0,45µm na terceira cuvete, até a marca de 10 mL, sendo esta a cor verdadeira; 3) pressionou-se a tecla *READ* para iniciar a leitura; 4) o medidor indica o valor da cor aparente em PCU; 5) removeu-se a cuvete da cor verdadeira no instrumento e pressionou-se a tecla *READ* para iniciar a leitura; 6) o medidor indicou o valor da cor aparente em PCU.

A análise de turbidez foi realizada utilizando-se turbidímetro digital portátil de luz dispersa (modelo: WGZ – 1B/ marca: Graigar) com faixa de medição de 0 a 200 NTU, utilizando água destilada para a preparação dos brancos e zerar o aparelho, em seguida sendo inseridas as amostras nas cuvetes (Figura 21).

4.6.4.1 Análises bacteriológicas dos efluentes

No laboratório do PCQA, foram realizados os exames bacteriológicos dos efluentes, através das análises de bactérias do grupo coliformes totais e termotolerantes, as primeiras foram preparadas através do método dos tubos múltiplos (TM): 1) separou-se 18 tubos de ensaio, nos primeiros 8 tubos os que contêm caldo lactosado de concentração dupla; 2) 10 mL da amostra de água a ser examinada, em cada tubo. (diluição 1:1); 3) nos 10 tubos restantes (os que contêm caldo lactosado de concentração simples); 4) inoculou-se nos 5 primeiros 1 ml da amostra (diluição 1:10) e nos 5 últimos tubos, inoculou-se 0,1 ml da amostra, em cada tubo. (diluição 1:100); 5) incubou-se a $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$

durante 24 horas; 6) havendo a formação de gás, quando o teste presuntivo foi positivo, seguiu-se para o teste confirmativo (Figura 22).

Os testes confirmativos deram-se nas etapas: 1) separou-se o número de tubos do teste presuntivo que deram positivos (formação de gás) nas 3 diluições 1:1; 1:10 e 1:100; 2) tomar igual número de tubos contendo o meio de cultura verde brilhante Bile a 2%; com a alça de platina, previamente flambada e fria; 3) foi retirado de cada tubo positivo uma porção de amostra e inoculado no tubo correspondente contendo o meio verde brilhante, a chamada repicagem; 4) incubou-se durante 24 horas a $35 \pm 0,5$ °C; 5) quando ao final do período de 24/48 horas, houve a formação de gás dentro do tubo de Durhan, os testes foram considerados positivos (Figura 23).

Na expressão dos resultados, verificou-se a combinação formada pelo número de tubos positivos que apresentaram as diluições 1:1; 1:10 e 1:100 no teste confirmativo.

Os coliformes termotolerantes foram estipulados através do método dos tubos múltiplos (TM), pelas seguintes etapas: 1) reservou-se os tubos do teste presuntivo que deram positivos (formação de gás) e todos os tubos negativos em que houve crescimento após 48 horas, nas 3 diluições (1:1; 1:10 e 1:100); 2) transferiu-se com alça de platina flambada e fria, uma porção para os tubos de ensaio contendo o meio EC; misturou-se e deixou-se todos os tubos em banho de água durante 30 minutos; 3) incubação em banho-maria a $44,5 \pm 0,2$ °C durante 24 ± 2 horas; e) observou-se se ao final de 24 horas ou menos houve a formação de gás; f) sendo indicada a presença de coliformes termotolerantes (formação de gás) (Figura 24) foi calculado o NMP.

Figura 7 – Titulação pelo tiosulfato de sódio no método de Whinkler



Figura 8 – Sistema de filtração a vácuo para a determinação dos SDTs



Figura 9 – Estufa para secagem dos filtros a 105°C



Figura 10 – Pesagem do filtro de fibra de vidro



Figura 11 – Correção do pH utilizando medidor de pH digital



Figura 12 – Conclusão da titulação pelo método de Morh



Figura 13 – Reação da análise de amônia

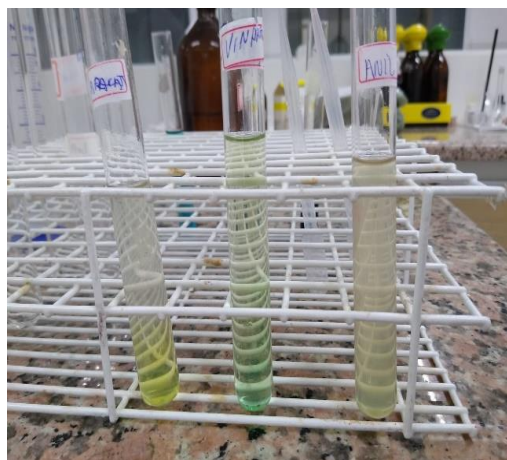


Figura 19 – Leitura em Fotômetro na análise do fosfato



Figura 15 – Reação da análise do método do Indofenol

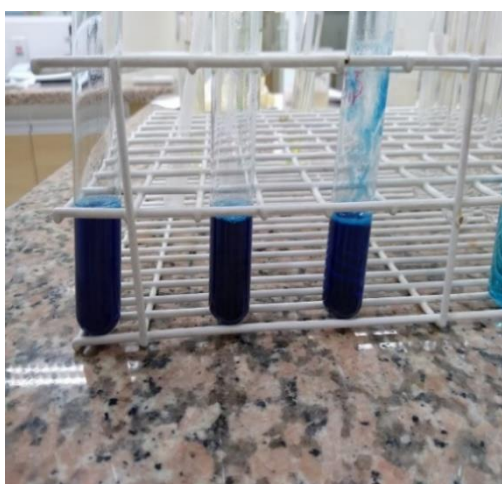


Figura 16 – Preparo para leitura do nitrogênio em espectrofotômetro



Figura 17 – Reação da análise de nitrito



Figura 18 – Leitura em fotômetro da análise de nitrito



Figura 19 – Reação da análise do fósforo

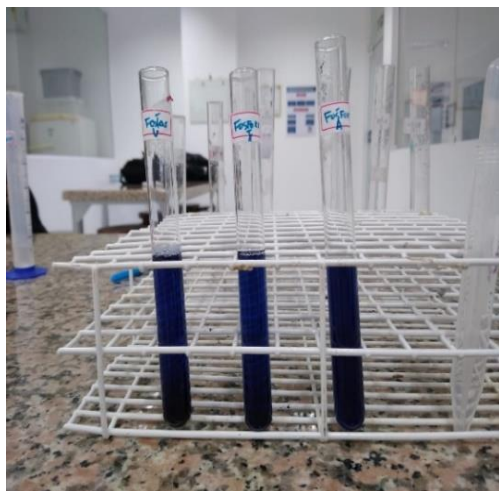


Figura 20 – Leitura em Fotômetro na análise de fosfato



Figura 21 – Análise de turbidez



Figura 22 – Fim dos testes presuntivos e início dos testes confirmativos

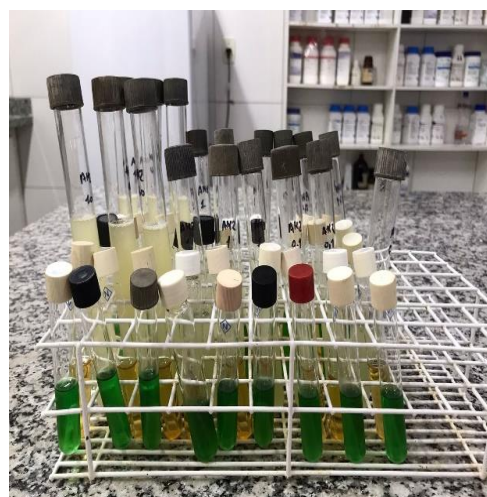


Figura 23 – Fim dos testes confirmativos para CT

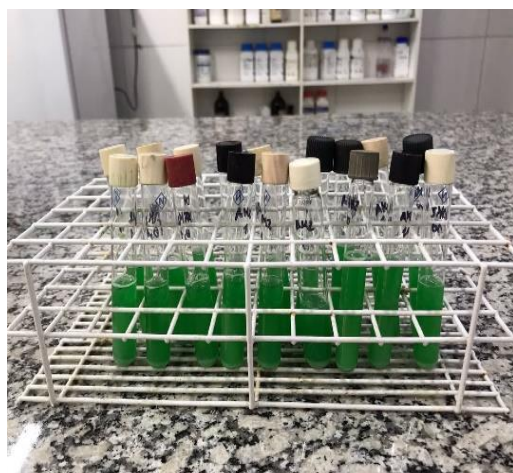
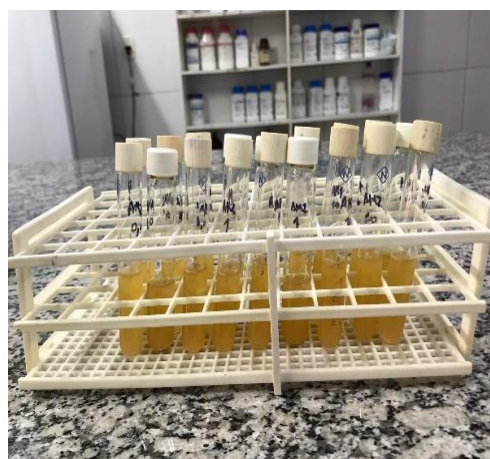


Figura 24 – Fim do teste através do meio EC para termotolerantes



4.7 Dados de agravos de veiculação hídrica

Foi desenvolvido um histórico de doenças relacionadas a falta de saneamento ambiental nos bairros vizinhos as estações de tratamento, esse material foi adquirido através do Sistema de Internações Hospitalares (SIH/SUS), oriundo de informações registradas na Autorização de Internação Hospitalar (AIH), cujos dados foram disponibilizados pelo Ministério da Saúde/DataSUS 2018 a 2022, onde entendeu-se que foi possível perceber o cenário antes, durante e após a implantação das estações e como estas afetaram a ocorrência de doenças relacionadas a falta de saneamento básico.

4.8 Análise dos dados

As análises foram obtidas a partir das respostas recebidas da população. Dessa forma, foram realizadas análises estatísticas, visando obter informações sobre a distribuição de cada pergunta entre a amostra.

Para isso os dados coletados na abordagem quantitativa, via formulários estruturados, foram tabulados em planilhas e tratados para possibilitar comparações, inferências e correlações. O software *EXCEL* foi escolhido para facilitar os cálculos necessários.

4.9 Aspectos éticos

Este trabalho foi realizado de acordo com as normas da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) e foram observadas as orientações e demais normas e recomendações éticas para a realização de pesquisas no Brasil, sendo este submetido ao Conselho de Ética da Universidade Federal do Maranhão via Plataforma Brasil

Os participantes da pesquisa foram esclarecidos sobre os objetivos e metodologia de obtenção de dados, sendo garantido o direito de acesso ao mesmo. O termo de consentimento livre e esclarecido -TCLE (ANEXO B) foi apresentado com o intuito de autorizar a participação na pesquisa, garantindo o sigilo e liberdade de recusa a participação na mesma a qualquer momento.

5 RESULTADOS

5.1 Ambiente

5.1.1 Qualidade dos efluentes

A avaliação da qualidade dos efluentes é em geral realizada considerando parâmetros e limites estabelecidos na Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº357/05 e as recomendações de âmbito estadual através do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Maranhão, (CONERH) nº117/2021. Para cada classe de contexto, se apresenta uma relação de parâmetros físico-químicos e biológicos cujos limites devem ser acompanhados.

5.1.2 Parâmetros físico-químicos dos efluentes

Quadro 1 - Parâmetros físico-químicos dos efluentes coletados das estações de tratamento de esgoto entre os meses de agosto/novembro de 2021 e janeiro/março de 2022 (continua...)

PARÂMETROS	AGOSTO			NOVEMBRO			JANEIRO			MARÇO (continua)		
	P1 ETE Anil (I)*	P2 ETE Vinhais (O)*	P3 ETE Jaracaty (O)*	P1 ETE Anil (I)*	P2 ETE Vinhais (O)*	P3 ETE Jaracaty (O)*	P1 ETE Anil (I)*	P2 ETE Vinhais (O)*	P3 ETE Jaracaty (O)*	P1 ETE Anil (I)*	P2 ETE Vinhais (O)*	P3 E TE Jaracaty (O)*
Temperatura da efluente (°C) CONAMA nº 357: - 40°C	31,3	30,93	30,31	29,7	30	31,7	31,64	30,35	30,07	28,68	29,54	29,83
Oxigênio dissolvido (mg/l) Doces CII- não inferior a 5mg/LO ₂ Doces CIII e salobra: Não inferior a 4mg/LO ₂	0	0,06	0,01	0,20	0,04	0,08	0	17,78	0,03	0	0,02	2,44
pH CONAMA nº 357: 5-9	7,88	7,61	7,43	7,88	7,61	7,43	7,64	7,20	7,35	7,48	7,56	7,59

Sólidos Dissolvidos Totais (mg/l)	79,66	7,42	43,6	128,0	31,0	50,0	57,66	1	10,66	60,5	14,5	23
Condutividade (mS/cm) CETESB: abaixo de 2,9 dS.m-1	14,29	825	39,44	14,5	13,67	71,33	563	656	937	593	753	47,43
Turbidez (UNT) CONAMA nº 357: Doces CI - até 40 Doces CII - até 100 Salobra CII: ausente	110	28,4	176,4	28,4	176,6	176,6	137,6	0,99	22,4	66,8	55,8	83,3
Cloreto Total (mg/l)	145,25	86,21	21,47	15,42	17,17	75,08	17,17	31,71	17,45	29,35	27,90	18,81
Cor (uH)	338	416	408	400	800	300	489	136	168	431	239	188

Fonte: a autora (2023)

***(I)** - Fase de implantação

***(O)** - Fase de operação

Quadro 1 - Parâmetros físico-químicos dos efluentes coletados das estações de tratamento de esgoto entre os meses de agosto/novembro de 2021 e janeiro/março de 2022

PARAMÉTROS	AGOSTO			NOVEMBRO			JANEIRO			MARÇO		
	P1 ETE Anil (I)*	P2 ETE Vinhais (O)*	P3 ETE Jaracaty (O)*	P1 ETE Anil (I)*	P2 ETE Vinhais (O)*	P3 ETE Jaracaty (O)*	P1 ETE Anil (I)*	P2 ETE Vinhais (O)*	P3 ETE Jaracaty (O)*	P1 ETE Anil (I)*	P2 ETE Vinhais (O)*	P3 E TE Jaracaty (O)*
Salinidade CONAMA nº 357: Doces - igual ou menor a 0,5 Salobra - igual a 0,30 e 30	0,71	0,40	2,06	8,33	8,10	3,87	0,28	0,36	2,51	0,28	0,36	2,51
Nitrogênio Amoniacal Total (mg/l) CONAMA nº 357: - até 20,0 mg/l	2,97	3,0	2,60	13,8	2,60	3,70	50,0	6,40	6,40	5,50	2,90	2,20
Fósforo Total (mg/l) CONAMA nº 357: Salobra CI - 0,124 mg/L Doces CIII: Lóticos – até 0,15 mg/L Lênticos - até 0,075 mg/L	8,60	5,30	7,90	4,10	0,90	1,50	12,30	7,20	4,80	4,10	4,50	4,80
Amônia (mg/l)	5,36	6,28	12,8	2,88	1,53	2,94	2,4	1,88	1,91	2,4	1,88	1,91
Nitrato (mg/l) CONAMA nº 357: Salobra CII - até 10 mg/l	12,7	5	25,9	15,7	4,7	8,8	7,9	3	6,5	11,4	12	14,5
Nitrito (mg/l) CONAMA nº 357: Salobra CII/Doces I e III - 1,0 mg/l	54	29	14	50	14	17	45	135	11	21	20	21
Fosfato (mg/l)	26,6	16,3	24,4	7,8	14,1	10,9	7,1	21,8	14,2	5,16	7,72	6,44

Fonte: a autora (2023)

***(I)** - Fase de implantação

***(O)** - Fase de operação

Os resultados dos parâmetros físico-químicas referentes as quatro amostragens com periodicidade bimestral entre os meses de agosto de 2021 a março de 2022 são apresentados no Quadro 1. Os valores foram confrontados com os limites estabelecidos pela Resolução do CONAMA nº357/05 e através das recomendações da Resolução estadual CONERH nº117/2021, destacando os que apresentaram limites além do estabelecidos para qualidade dos efluentes.

Além disso, os dados foram correlacionados utilizando os limites definidos pela mesma resolução para enquadramento de categoria de Água Salobra- de Classe I, conforme recomendação do CONERH nº117/2021 e para águas doces de Classe I e II da Resolução CONAMA nº357/05, incluindo padrões para o lançamento de efluentes desta resolução.

Os parâmetros físico-químicos durante o período amostrado apresentaram as seguintes variações: temperatura do efluente (T°C) de 28,68 a 31,64; oxigênio dissolvido (OD) de 0 a 17,78 mg/L, pH 7,20 a 7,88; sólidos dissolvidos totais de 1 a 128,0; condutividade (mS/cm) de 14,29 a 7.133; turbidez (UNT) de 0,99 a 176,6; cloretos (mg/l) de 15,42 a 145,25; cor (mg Pt Co/L) de 136 a 800 e salinidade (S) de 0,28 a 8,33 (Tabela 1)

Observou-se que a temperatura dos efluentes encontra-se dentro do intervalo de de 28,68°C a 31,64°C, caracterizando uma temperatura considerada ideal, sendo o limite definido para efluentes como inferior a 40°C, de acordo com a Resolução nº357/05. As elevadas temperaturas durante o período amostrado podem ser consideradas normais para os trópicos, indicando que o lançamento de efluentes não expressou impacto relevante sobre as temperaturas dos corpos receptores.

Para o oxigênio dissolvido (OD), na Resolução nº357/05 pela classificação de águas doces de classe II, o OD não pode ser inferior a 5mg/LO₂. Para classe III e salobra, o OD não pode ser inferior a 4mg/LO₂, logo, todas as amostras dos meses de agosto/21 e setembro/21 apresentaram uma depleção ficando abaixo do padrão estabelecido pela legislação vigente, somente as amostras do P2 do mês de janeiro/22 apresentaram resultados dentro do limite, ou seja, superior a 5mg/ L O₂.

O OD apresentou valores nas estações P2 e P3, que variaram de 2,44 mg/L O₂, como maior resultado a 0,01 mg/L O₂. O parâmetro inferior a 5 mg/L O₂

encontra-se em desacordo com a legislação. O aumento do OD no P3 referente ao mês de março/22, sendo um período marcado por intensas precipitações. Segundo VIDAL e NETO (2014), a concentração de matéria orgânica, aliada às altas temperaturas, contribui decisivamente para o grau de desoxigenação da água, se manifestando periodicamente, durante os períodos de chuva.

De acordo com a agência estadual de meio ambiente - CPRH (2013), os baixos valores de OD podem ser resultantes do lançamento de efluentes domésticos e de efluentes tratados. Quando a carga dos esgotos lançados excede a capacidade de autodepuração do corpo de água, este fica sem oxigênio, provocando problemas estéticos, liberação de odor e impedindo a existência de peixes e outros seres aquáticos. Além disso, Miyittah *et al.*, (2020) afirmam que os baixos valores de OD podem causar desequilíbrio no ecossistema aquático.

Em referência ao parâmetro salinidade, citando a mesma resolução, consta que os corpos d'água são classificados como água doces quando a salinidade for igual ou inferior a 0,5; e águas salobras, quando for entre 0,5 e 30. Apesar de o corpo d'água do ponto 2 representar um estuário e ser enquadrado na classificação como água salobra. As amostras dos meses de agosto/21 (período de estiagem), janeiro/22 e março/22 (período chuvoso) se enquadram em águas doces, enquanto do corpo receptor P3, se enquadra em águas salobras, mesmo constituindo um riacho. Em seu trabalho, Blotta *et al.*, (2021), observaram que locais onde há redução dos valores de salinidade estão relacionados às desembocaduras de esgoto tratado no corpo d'água. Na estação P2 onde o corpo receptor é um estuário, os valores inferiores a 0,5 nos meses de agosto/21, janeiro/22 e março/22 estão abaixo do esperado para o ambiente, o que pode ser apontado como resultado do lançamento de efluentes domésticos e tratados oriundos das ETEs.

Os valores de pH variaram entre 7,20 a 7,88, sendo assim, dentro da faixa estabelecida pela Resolução nº430/11, que institui o intervalo de no mínimo 5,0 a no máximo 9,0 para lançamento de efluentes de qualquer fonte poluidora. O pH expressa a concentração do íon hidrogênio e a intensidade da condição ácida ou básica de uma amostra (SAWYER *et al.*, 1994; FUNASA, 2004; VON SPERLING, 2005).

Para o parâmetro sólidos dissolvidos totais (STD), os resultados obtidos oscilaram de 1 mg/L à 50,00 mg/L, a Resolução nº357/05 do CONAMA, não estipula valores limites, portanto, não foi possível compará-lo com a mesma.

A condutividade elétrica, também não possui padrão previsto em legislação estadual. Porém a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB (2006) cita que deverá estar abaixo de $2,9 \text{ dS.m}^{-1}$ (a 25°C). Ao julgar dessa forma, todas as amostras estão fora do limite estabelecido. De acordo com a companhia ambiental de São Paulo – CETESB (2009), os valores acima de $100 \mu\text{S cm}^{-1}$ podem ser interpretados como decorrentes de concentrações elevadas de poluentes, visto que estes possuem muitos íons dissolvidos.

A condutividade elétrica, juntamente com o parâmetro salinidade indicam a presença de sais, relacionando-se com a capacidade de conduzir corrente elétrica, se um ambiente apresenta valores de CE acima de $0,1 \text{ mS.cm}^{-1}$, pode indicar que esse ambiente está impactado (CETESB, 2010).

O parâmetro turbidez, apresentou amostras com valores acima do limite da Resolução CONAMA de nº357/05 para águas doces de Classe I, que estabelece até 40 unidades nefelométricas de turbidez (UNT), e para águas doces de Classe II, até 100 UNT. Observou-se valores acima do limite na estação P3 no mês de agosto/21, nas estações P2 e P3 no mês de novembro/21 e em todas no mês de março/22. Observou-se valores superiores na época de seca, isso pode estar relacionado a presença de partículas coloidais, em suspensão, causadora da turbidez, influenciando no aumento da cor, estando esse fenômeno associado à poluição por esgotos domésticos e outros tipos de despejos (FERNANDES, 2011).

Para as águas salobras de classe III, a resolução nº357/05 define que quaisquer substâncias que alterem a cor, odor e turbidez da água precisam estar virtualmente ausentes.

Na análise de cor, utilizando a Resolução nº357/05, para águas doces de classes I e II, o limite estabelecido é de até 75 mg Pt/L, ou seja, em todas as amostragens foram obtidos resultados além do estabelecido. Para águas salobras de Classes I e III, o parâmetro cor precisa estar virtualmente ausente.

A cor da água pode ser natural ou resultado de uma fonte de contaminação, por exemplo, por corantes industriais e esgotos domésticos se a cor for natural chama-se de aparente ou verdadeira. A cor aparente é resultado

de substâncias em suspensão ou em estado coloidal (quando há presença de bactérias e vírus) (LENZI; FAVERO; LUCHESE, 2009), sendo geralmente um indicador da presença de metais (principalmente Fe e Mn), húmus (matéria orgânica oriunda da degradação de matéria de origem vegetal), plâncton (conjunto de plantas e animais microscópicos em suspensão nas águas) (ESTEVAM *et al.*, 2019).

Não há estabelecido um limite em relação ao parâmetro cloretos, pela Resolução CONAMA nº357/05 ou legislação estadual para os corpos hídricos que se adequam em águas salobras, independente da classe. Para as águas doces, o limite estabelecido pela Resolução nº357/05 é de até 250 mg/L, ao julgar por esse padrão, todas as amostras estão dentro do limite definido. Os cloretos estão presentes em quase todas as águas naturais, são advindos da dissolução de sais, como por exemplo, o cloreto de sódio, assim o teor de cloretos das águas tem por finalidade obter informações sobre o seu grau de mineralização ou indícios de poluição. As concentrações elevadas de cloretos em águas doces são indicadores de poluição por esgoto doméstico (BORTOLI, 2016).

Para o parâmetro nitrogênio amoniacal total, todas as amostras dos efluentes tratados estão dentro da condição ideal para o lançamento, conforme designa a Resolução nº357/05, que o valor máximo deve ser de 20,0 mg/L. Para o fósforo total, o padrão estabelecido pela mesma resolução para águas salobras de classe 1 é de limite 0,124 mg/L, logo, todas as amostras estão acima do estabelecido. A mesma resolução ajusta o limite de até 0,15 mg/L para ambientes lóticos e lênticos, e até 0,075 mg/L para intermediários, ambos de Classe III de águas doces. Logo, todas as amostras exibiram valores superiores ao padrão ambiental.

Para o parâmetro nitrogênio amoniacal, as amostras apresentaram valores condizentes com a Resolução nº357/05 para o lançamento de efluentes. Já para o fósforo total todas as amostras se apresentaram acima do limite, não cumprindo a legislação ambiental. O nitrogênio e o fósforo são adicionados normalmente no ambiente aquático, através do escoamento superficial. Contudo, as atividades humanas acabam intensificando esse processo. Fontes tipicamente antropogênicas incluem os esgotos sanitários não tratados (SMOL, 2008). De acordo com Chao (2006) é de suma importância a extração destes

nutritícios no tratamento de esgoto para que se preserve a qualidade da água, o meio ambiente bem como à saúde pública

Para os parâmetros amônia e fosfato não há padrão limite estabelecido pela Resolução CONAMA em vigor. Já para o parâmetro nitrato, relativo ao P2 na classificação de águas salobras de classe I, o valor máximo permitido é 0,40mg/l, logo para mês de março/22 o valor alcançado foi acima do limite esperado para o tratamento. Em relação ao P3 na classificação de águas doces I e III, os valores obtidos estiveram acima do que recomenda a legislação (10,0mg/l) nos meses de agosto e março.

Para o nitrito, relativo ao P2 na classificação de águas salobras de classe I, em todas as amostragens os valores apresentados entre os meses de agosto/21 a março/22 demonstraram estarem acima do permitido por lei, sendo o valor máximo permitido de 0,07mg/l. Para o P3, na classificação de águas doces I e III, todos os valores amostrados se expressaram de forma elevada (contrariando o limite de 1,0mg/l definido pelo CONAMA. Sawyer *et al.*, (2003) apontam que as formas mais comumente encontradas dos compostos nitrogenados são amônia (NH_3), íon amônio (NH_4^+), gás nitrogênio (N_2), íon nitrito (NO_2^-) e íon nitrato (NO_3^-). Neste estudo foram considerados como parâmetros a amônia total, nitrito e nitrato. Não foram observados valores que atendessem a resolução para nenhuma das amostras de amônia e nitrito, no entanto para o nitrato, a estação P2, no mês de março/22, violou a resolução vigente. As amostras dos parâmetros fósforo total e fosfato para as estações P2 e P3 mostraram valores acima do limite ao padrão exigido. Estes são fundamentais na constituição e crescimento das algas, mas as concentrações excessivas combinadas com situações de temperaturas elevadas, atividades microbianas e biodiversidade específicas, condicionam e incentivam o florescimento de algas (DAUVIN *et al.*, 2007).

Torna-se necessária a redução das descargas de nitrogênio e fósforo no corpo receptor para limitar o crescimento das algas e consequentemente, o fenômeno de eutrofização (BERNET, 1996). Uma vez que ocorra a presença desses íons em águas naturais, causam além de problemas ao meio ambiente, danos à saúde humana (NETO; KORN, 2006).

5.1.3 Análise microbiológica do efluente

Conforme recomendação do CONERH nº117/2021, os ambientes de estudo classificam-se como salobras de Classe I (artigo 4, § II). Por outro lado, com base na Resolução CONAMA nº365/05, a referida resolução recomenda que deve ser obedecida a Resolução CONAMA nº274, de 2000 para o uso de recreação de contato primário, que é quando há contato direto e prolongado do usuário com a água. Sendo assim, de acordo com o (Art. 2º, § 4º) serão consideradas impróprias, segundo o conceito de balneabilidade quando valor obtido na última amostragem for superior a 2500 coliformes fecais (termotolerantes) por 100 mililitros em 80% das amostras. Sendo assim, os resultados do P3 (agosto) e P2 (novembro) apresentaram valores acima do limite.

Para o parâmetro coliformes termotolerantes, a Resolução nº357/05 do CONAMA, recomenda para águas doces de classe I e II para o uso de recreação de contato primário, que deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade previstos na Resolução CONAMA nº274/00 onde, as águas consideradas próprias são subdivididas em três categorias, excelente quando houver no máximo 250 de coliformes fecais por 100 mililitros; muito boa quando houver no máximo 500 de coliformes fecais por 100 mililitros; satisfatória quando houver no máximo 1.000 de coliformes fecais por 100 mililitros. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes fecais por 100 mililitros para água doce de classe I; e, 1.000 coliformes fecais por 100 mililitros para água doce de classe II, as águas salobras de classe I obedecem a referida resolução.

Para águas salobras de classe II e III, a Resolução CONAMA nº357/05 define para coliformes termotolerantes, respectivamente: não deverá ser excedido um limite de 2500 por 100 mililitros e não deverá ser excedido um limite de 4.000 coliformes termotolerantes por 100 mL.

Tabela 1 - Resultados referentes a determinação do NMP para coliformes totais e termotolerantes

Meses de amostragem	NPM/100 ml de coliformes totais	NPM/100 ml de coliformes termotolerantes
Agosto		
P1*	-	-
P2*	$1,1 \times 10^{+0}$	0
P3*	$2,4 \times 10^{+3}$	$2,8 \times 10^{+1}$
Novembro		
P1	-	-
P2	$4,6 \times 10^{+2}$	$4,6 \times 10^{+2}$
P3	0	0
Janeiro		
P1	-	-
P2	$2,4 \times 10^{+3}$	0
P3	$2,4 \times 10^{+3}$	0
Março		
P1	-	-
P2	$2,4 \times 10^{+3}$	$2,4 \times 10^{+3}$
P3	$2,4 \times 10^{+3}$	$2,4 \times 10^{+3}$

Fonte: autora (2023)

*P1= ETE Anil

*P2= ETE Vinhais

*P3= ETE Jaracaty

Sendo assim, foi atendida a legislação para águas doces de classes II e III e salobras de classe I, nas estações P2 referente ao mês de agosto/21, onde houve ausência de termotolerantes, assim como no P3 no mês de novembro/21, nos P2 e P3 em janeiro/22 com ausência e na P2 no mês de março/22. Na estação P2 no mês de março a legislação foi atendida, com resultados inferiores para as classes II e III.

Os coliformes são definidos como bactérias aeróbicas ou anaeróbicas facultativas, gram-negativas. Os coliformes totais são bactérias capazes de fermentar lactose com produção de gás a 35°C entre 24 a 48 horas, que vivem no intestino de humanos e animais de sangue quente (OLIVEIRA *et al.*, 2015; SOARES; OLIVEIRA, 2017; ALVES *et al.*, 2018; GLOWACKI; CRIPPA, 2019). Já os coliformes termotolerantes, possuem a característica de fermentar a lactose a 45° C em 24 horas (SILVA *et al.*, 2017). A presença de coliformes é um importante bioindicador de contaminação fecal (MORAIS *et al.*, 2016).

A presença de coliformes totais e termotolerantes nos efluentes lançados nos corpos d'água pode indicar a contaminação por excretas de animais de sangue quente, o que pode gerar risco a saúde humana, caso haja contato direto com as águas.

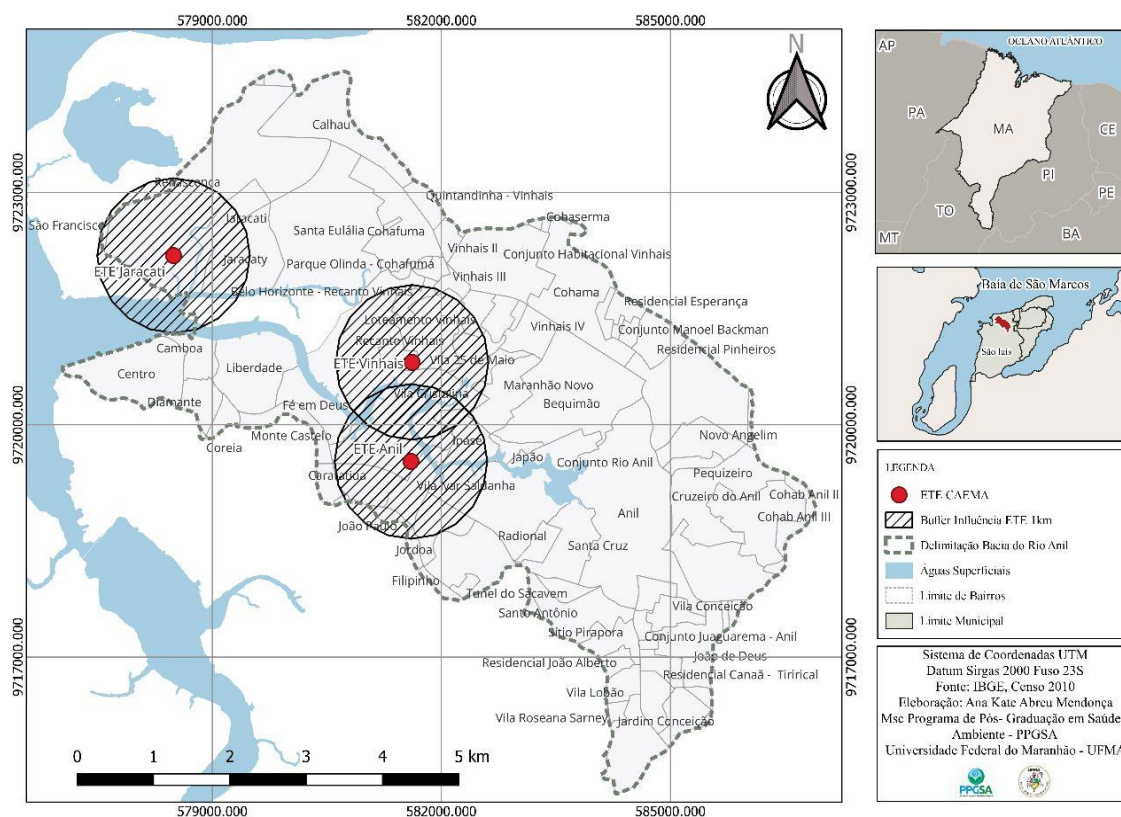
5.2 Saúde e socioambiental

5.2.1 Perfil socioeconômico dos entrevistados

Foram entrevistados um número total de 75 moradores de três localidades divididas em três Distritos: D1 - *João Paulo* (Alemanha, Caratatiua e Vila Ivar Saldanha), D2 - Vinhais (Recanto dos Vinhais e Conjunto dos Ipês) e D3 - São Francisco (Jaracaty, Jardim Renascença e Jardim São Francisco), sendo 25 participantes por cada Distrito, a participação realizou-se através da aplicação de formulários (Anexo A).

Na figura 25 é possível observar um buffer da bacia hidrográfica do rio Anil, que expõe a faixa de influência abrangida pelas ETEs, onde foram realizadas as entrevistas.

Figura 25 – Delimitação da bacia hidrográfica do rio Anil com *buffer* da área de influência das ETES



Fonte: autora (2023)

5.2.2 Distribuição por sexo

Os entrevistados foram escolhidos aleatoriamente de modo que no total, tem-se uma equivalência entre as pessoas de sexo feminino e masculino, (Tabela 2). Foram 32% das pessoas do sexo feminino e 34% das pessoas do sexo masculino.

Tabela 2 – Entrevistados por sexo

SEXO	D1	D2	D3	TOTAL
	%	%	%	%
Feminino	45	32	23	32
Masculino	25	34	41	34

Fonte: autora (2023)

Utilizando como variável o gênero dos entrevistados e como indicador a sensibilidade olfativa a odores, as mulheres apresentam uma maior sensibilidade a odores (HUISMAN *et al.*, 2008) existindo inclusive estudos que apontam que essa sensibilidade se estende a uma maior chance de desenvolver de desenvolver problemas de saúde do que os homens, quando expostas a odores (SILVA, 2007).

5.2.3 Distribuição por faixa etária

A faixa predominante de idade variou em três estratos (Tabela 3): a primeira entre zero e cinco 36%; a segunda de seis a doze anos 35%; e a terceira, de quarenta a sessenta anos 34%. Todavia, obteve-se um grupo expressivo com idade superior a sessenta anos, que pode fornecer indícios sobre o tempo de moradia da população alvo.

Observou-se durante a aplicação dos formulários, que os dois últimos grupos são também os moradores mais antigos dos bairros estudados.

Em relação a sensibilidade a odores, algumas pesquisas indicam que os adultos se destacaram como mais sensíveis, seguidos pelos idosos e crianças (SILVA, 2007). Embora este estudo não tenha sido realizado com indivíduos menores de idade, foram levados em consideração a percepção de incômodo e adoecimento de todos os membros da família.

Tabela 3 – Entrevistados por faixa etária

IDADE	D1	D2	D3	TOTAL
	%	%	%	%
0 a 5	29	36	36	36
6 a 12	40	35	25	35
13 a 18	20	30	50	30
19 a 25	33	56	11	33
26 a 40	45	30	25	30
41 a 60	34	34	32	34
Mais de 60	30	39	30	30

Fonte: autora (2023)

5.2.4 Distribuição por participação na estrutura familiar

Na Tabela 4, observa-se que 40% dos entrevistados eram mães de família, o que pode indicar que estas estão incluídas nos grupos de donas de casa, aposentadas, autônomas e desempregadas.

Tabela 4 – Entrevistados por participação na estrutura familiar

FAMILIAR	D1	D2	D3	TOTAL
	%	%	%	%
Pai	27	45	27	27
Mãe	48	40	12	40
Filho	24	0	76	24

Fonte: autora (2023)

5.2.5 Distribuição por cor

Os resultados referentes a cor por autodeclaração (Tabela 5), indicaram que 40% dos entrevistados pertencem a cor negra. Em seguida, vem a parda com 30% de entrevistados.

Tabela 5 – Distribuição dos entrevistados por cor

COR	D1	D2	D3	TOTAL
	%	%	%	%
Negra	40	45	15	40
Branca	21	29	50	29
Parda	30	29	37	30
Indígena	0	0	0	0
Amarela	0	0	0	0
Não respondeu	50	25	25	25

Fonte: autora (2023)

A importância dessa composição ocorre em identificar historicamente grupos mais vulneráveis à exclusão social e para fins estatísticos (IBGE, 2010).

5.2.6 Número de membros na família

A distribuição do número de pessoas por família (Tabela 6), nos distritos investigados, mostrou que o maior percentual está na faixa de uma a seis pessoas por família.

Tabela 6 – Distribuição dos entrevistados por número de membros na família

NÚMERO	D1	D2	D3	TOTAL
	%	%	%	%
1 a 3	29	40	31	31
4 a 6	42	27	31	31
6 mais	0	0	1	0

Fonte: autora (2023)

5.2.7 Distribuição por ocupação

Nesta subseção, as observações foram realizadas conforme Mehler (2011). A grande maioria dos entrevistados possui uma ocupação (Tabela 7), somente 8% do total de entrevistados encontram-se desempregados. Outro fator, é que 72% destes possuem função remunerada e outros 13% são do lar, ocupando papel significativo na estrutura produtiva da família.

Tabela 7 – Entrevistados por tipo de ocupação

OCUPAÇÃO	D1	D2	D3	TOTAL
	%	%	%	%
Profissões do lar	11	0	4	4
Estudantes	11	0	0	0
Aposentados	17	37	30	30
Autônomos	33	31	9	31
Desempregados	6	0	9	6
Donas de casa	11	32	13	13
Empregados	12	0	28	12

Fonte: autora (2023)

Outra análise a ser feita em relação à ocupação dos entrevistados, consiste na influência sobre tempo de permanência na casa. Visto por este contexto, se poderia dividi-los em duas novas categorias, a dos que permanecem em casa e a dos que não permanecem.

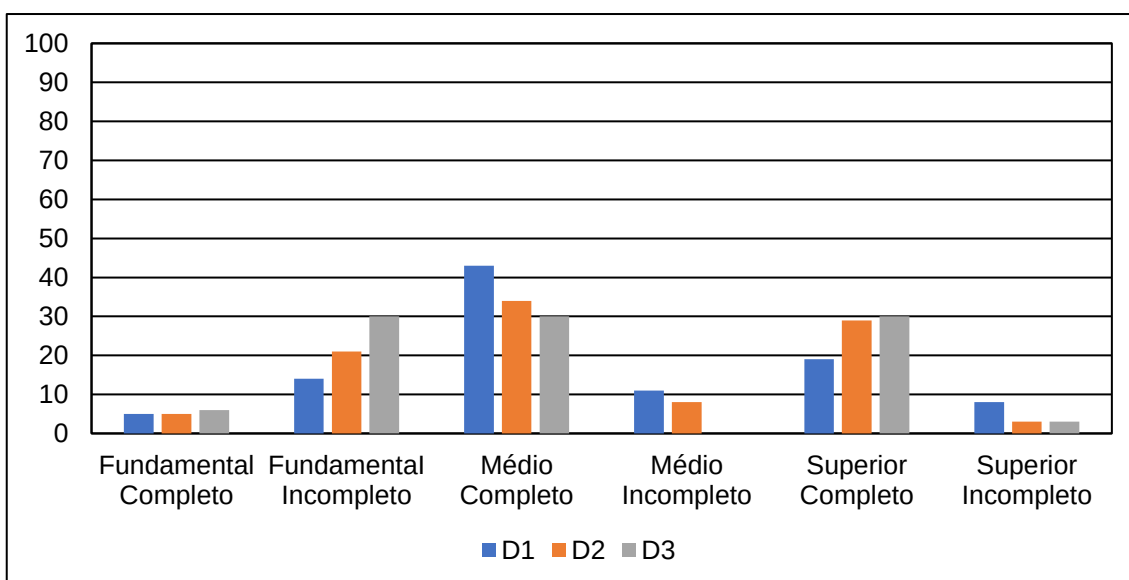
Observa-se que, 31% são autônomos, logo não permanecem em casa ou apenas parcialmente. Em seguida vem os aposentados e pensionistas, 13% são donas de casa, portanto permanecem em casa a maior parte do dia e 12% são empregados, ou seja, não permanecem em casa. Essa análise exerce influência sobre quais grupos devido a sua permanência, tem mais contato com gases odorantes e acometimento por doenças resultantes desse contato e também se ocorre o fenômeno de adaptação segundo Kawano (2003).

Ao se comparar a distribuição entre a permanência em casa e a ocupação entre esses grupos, as avaliações da percepção ambiental, de saúde e dos serviços, praticamente não houve diferenças.

5.2.8 Distribuição por grau de instrução

O grau de instrução é expressivo em três faixas (Figura 26): ensino fundamental incompleto 21%, superior completo 29% e ensino médio completo 34%. O primeiro se refere, principalmente a mulheres que ocupam a função de donas de casa, o segundo abrange em sua maioria trabalhadores e aposentados e o terceiro a partir da condição de trabalhadores produtivos.

Figura 26 – Grau de instrução dos moradores entrevistados



Fonte: autora (2023)

É possível identificar a diferença entre os níveis de instrução entre os participantes de cada distrito. No primeiro e no segundo, observa-se o predomínio de pessoas com ensino médio completo. Já no terceiro, não houve predominância para essa característica.

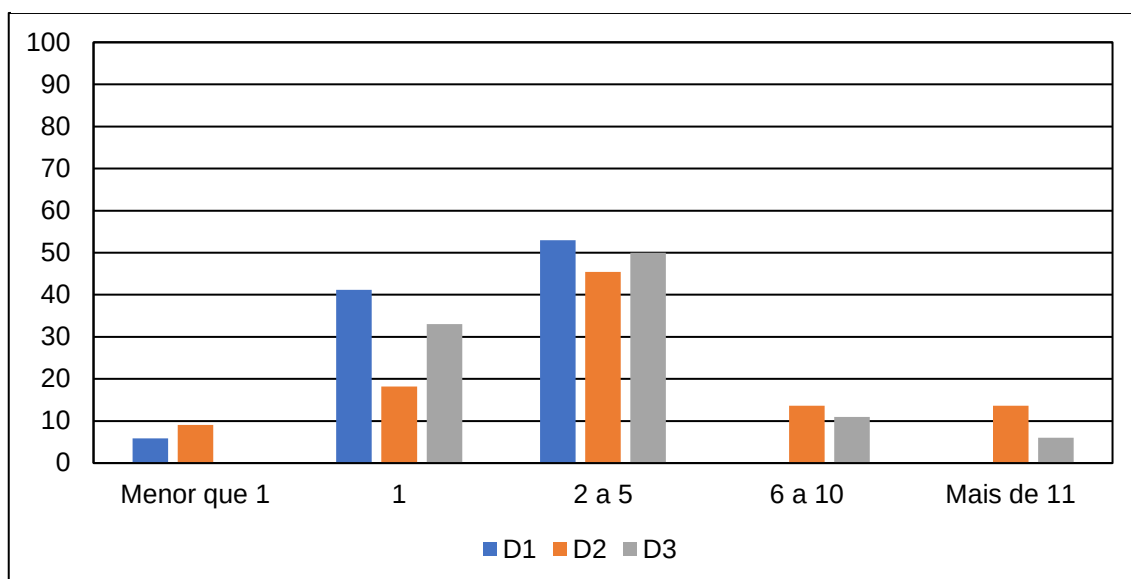
Diferentemente do resultado encontrado por Barbosa *et al.* (2021) ao realizarem um estudo sobre os impactos socioambientais decorrentes da implantação de uma (ETE) na perspectiva da comunidade do entorno no município de Sumé, Paraíba, 40% não possuíam ensino fundamental completo; 20% apresentavam ensino médio completo, bem como, os entrevistados que possuíam o nível superior completo. Os níveis de escolaridade caracterizados como não alfabetizado e ensino médio incompleto, corresponderam cada um a 10%, do total dos residentes avaliados.

A compreensão dessa variável, é determinante para a adoção de medidas de intervenção como a educação ambiental, apesar do domínio de indivíduos com ensino médio na maioria dos bairros, ao considerar a aplicação de uma medida educativa, deve-se observar o nível de instrução dos familiares que possivelmente estarão livres para participar, que segundo a percepção da autora, variam entre pessoas que possuem ensino médio (completo e incompleto) e fundamental (completo e incompleto).

5.2.10 Distribuição por renda

A variação da renda familiar de todos os participantes, concentra-se entre dois e cinco salários mínimos (Figura 27), o que corrobora com a atividade dos autônomos, aposentados e pensionistas. O segundo distrito, apresentou renda familiar mais diversificada, variando entre renda menor de um salário, até mais de onze salários, de forma mais expressiva que os demais.

Figura 27 – Renda em número de salários dos entrevistados



Fonte: autora (2023)

Souza (2005), constatou em sua pesquisa com moradores das áreas da bacia do rio Anil, que as famílias mais humildes são oriundas do interior do estado e recebem em sua maioria, entre dois e seis salários mínimos. Observou-se neste trabalho que parte das famílias que possuem essa renda, ocupam as chamadas invasões e a maior parcela, habita as áreas consideradas classe média a nobre.

5.2.11 Distribuição por classe social autodeclarada

Para essa distribuição, foi utilizada como base a autodeclaração dos entrevistados. Na figura 8, observa-se que a maioria com 42%, declarou pertencer a classe D, que recebe de dois a quatro salários mínimos

Tabela 8 – Entrevistados por classe autodeclarada

CLASSE	D1	D2	D3	TOTAL
	%	%	%	%
A	0	1	0	0
B	0	38	63	38
C	29	29	43	29
D	16	42	42	42
E	45	21	33	33
Não respondeu	0	5	5	5

Fonte: autora (2023)

A partir dessa análise, tem-se a constatação que se trata de uma população que em relação a renda, possui característica heterogênea. Isso tem relevância para o direcionamento de políticas sociais, visto que 33% das famílias vivem com até um salário mínimo.

5.2.1.2 Situação do imóvel

A análise da situação do imóvel (Tabela 9) é importante na percepção do vínculo dos entrevistados com o lugar onde residem, sendo que 33% dos entrevistados possuem imóvel próprio, ou seja, buscaram estabilidade de moradia. O D1, é o que apresenta uma porcentagem um pouco mais expressiva de imóveis alugados com total de 67%.

Tabela 9 – Distribuição por situação do imóvel

SITUAÇÃO	D1	D2	D3	TOTAL
Residencial Própria	30	35	35	33
Residencial Alugada	67	17	17	17

Fonte: autora (2023)

A análise desse resultado, deve levar em consideração o envolvimento sociocultural dos moradores e dos investimentos financeiros no local em que residem, se a construção da ETE trouxe empreendimentos comerciais e imobiliários para as regiões, como Mehler (2011), observou em sua pesquisa com os moradores de entorno da ETE Santa Quitéria, ou resultou em uma

significativa expansão econômica, conforme constatou Souza (2005). Essas correlações não foram observadas nas áreas estudadas.

5.2.1.3 Distribuição por procedência

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 10, praticamente não há diferença no percentual entre os moradores entrevistados que são maranhenses, oriundos do interior do estado 26% e da capital 25%. Apenas 11% dos entrevistados, são procedentes de outros estados. Já o estudo realizado por Costa (1995), demonstrou que a maioria dos moradores das chamadas invasões vieram do interior do Estado, embora uma parcela seja oriunda de áreas urbanas do interior.

Tabela 10 – Entrevistados por procedência

PROCEDÊNCIA	D1	D2	D3	TOTAL
	%	%	%	%
Capital	50	25	25	25
Interior	26	26	47	26
Outro estado	0	89	11	11

Fonte: autora (2023)

5.2.1.4 Motivo da residência para o bairro

A maioria dos entrevistados ao serem perguntados sobre os motivos que os levaram a estabelecer residência nos bairros (Figura 11), responderam que vieram em busca de melhores oportunidades, seja por meio da educação, do trabalho e do acesso a saúde, com 43% do percentual, esse dado reflete o êxodo rural, um fenômeno ainda atual. Valandro *et al.*, (2022) afirmam que a intensidade do êxodo rural, principalmente de jovens, acarreta alguns problemas de calamidade pública, ou seja, o crescimento de moradias, de saneamentos irregulares, falta de mão de obra qualificada no campo, e formação de vazios demográficos.

Tabela 11 – Entrevistados por motivo de residência no bairro

MOTIVO	D1	D2	D3	TOTAL
	%	%	%	%
Moradia	0	10	0	0
Saúde	0	1	0	0
Oportunidades	57	0	43	43
Trabalho	21	52	28	28
Estudo	8	25	67	25

Fonte: autora (2023)

Segundo Souza (2005), as populações instalaram-se as margens do Anil, procurando oportunidades de trabalho, e escolheram o lugar pela proximidade do centro, sendo a grande maioria dos entrevistados vindo do interior do estado.

5.2.1.5 Distribuição por tempo de residência

O tempo de residência (Tabela 12), é outro fator preponderante na caracterização do público afetado: 45% dos entrevistados residem com suas famílias de 5 a 10 anos no local e 38% residem a mais de 20 anos, de 11 a 15 anos e a menos de 5 anos.

Tabela 12 – Distribuição por tempo de residência

TEMPO	D1	D2	D3	TOTAL
Menos de 5	46	38	15	38
05 a 10	8	45	50	45
11 a 15	38	50	13	38
16 a 20	33	67	0	33
Mais de 20	38	16	46	38

Fonte: autora (2023)

Nota-se que a maior parte dos moradores já estavam instalados no bairro, quando da fase de operação da ETE de esgoto na vizinhança. Observa-se que o maior tempo de instalação está associado aos D1 e D3.

O D1, é o que apresenta maior percentual com menor tempo de instalação, 46% dos entrevistados residem no local há menos de 5 anos. O número alto de novos residentes, poderia ser um indicativo de novos

empreendimentos imobiliários no entorno da ETE Anil, ainda em fase de implantação.

Uma outra verificação, é de que a maioria dos moradores já residiam nos bairros quando as ETEs começaram a operar. São os casos, do distrito 2 e do distrito 3, onde a ETE do primeiro (ETE Vinhais), foi entregue em 2016. Dessa forma, englobando os moradores a partir do grupo 2 (5 a 10 anos) e a do segundo distrito (ETE Jaracaty), entregue em 2003, envolveu as duas últimas faixas (16 a 20 anos) e (mais de 16 anos).

Essas informações estão de acordo com Ludovice *et al.*, (1997) ao assegurar que a afirmação tradicionalmente utilizada por alguns profissionais de que “a ETE estava aqui primeiro”, é politicamente incorreta e não mais se justifica.

5.3 Caracterização da vivência nos bairros

5.3.1 Avaliação do transporte público

Na Tabela 13, pode se observar que quando perguntados sobre a satisfação acerca do transporte público, 67% do distrito 1, o consideraram como muito ruim, os respondentes citaram, o fato de não circular uma linha exclusiva no bairro. Sendo que, os moradores que residem mais afastados das avenidas, necessitem percorrer a pé, uma distância razoável para a avenida, a fim de obter condução. O mesmo percentual, o considerou regular no distrito 2, sendo a comunidade atendida somente por uma única linha, o que provoca insatisfação devido à longa espera pelos coletivos. E ainda com o mesmo percentual de 67%, o distrito 3, o avaliou como sendo de ótima satisfação, justificando-se pela proximidade com as avenidas e o atendimento por várias linhas. Esse dado é importante para a compreensão de que a melhoria do transporte público, torna-se um atrativo para o estabelecimento de famílias em determinadas localidades, frente a instalação de um empreendimento e novos postos de trabalho (MEHLER, 2011).

Tabela 13 – Avaliação por grau de satisfação do transporte público

TRANSPORTE PÚBLICO	D1	D2	D3	TOTAL
	%	%	%	%
Muito Ruim	67	33	0	33
Ruim	40	35	17	35
Regular	17	67	25	25
Boa	38	0	62	38
Ótima	33	0	67	33
Não respondeu/Não se aplica	27	27	47	27

Fonte: autora (2023)

5.3.2 Situação de iluminação pública

A tabela 14, se refere ao acesso a iluminação pública nas ruas onde houvera as entrevistas, a maioria 34% possui o acesso, durante as conversas com os moradores, estes citaram que mesmo em áreas mais difíceis e recém habitadas, não houve dificuldades em relação a inclusão das novas moradias a rede de iluminação pública.

Tabela 14 – Acesso a iluminação pública

ILUMINAÇÃO PÚBLICA	D1	D2	D3	TOTAL
	%	%	%	%
Sim	34	32	34	34
Não	0	1	0	0

Fonte: autora (2023)

A Iluminação pública eficiente melhora a qualidade de vida, a segurança e o bem-estar da população. Se caracteriza por um serviço de grande importância social (DE MASCARO, 2006; SEE, 2013).

5.3.3 Avaliação dos entrevistados em relação as associações comunitárias

Nesta subseção, destaca-se a importância da participação social, na discussão sobre o assunto e resoluções de problemas de saneamento ambiental sob a percepção dos moradores entrevistados.

5.3.3.1 Atuação dos entrevistados em associações comunitárias

Ao se questionar sobre a participação dos entrevistados em associações comunitárias (Tabela 15), a maioria com 38%, disse não ser atuante.

Tabela 15 – Atuação em associações comunitárias

ATUAÇÃO	D1	D2	D3	TOTAL
Atua em associação comunitária?	%	%	%	%
Sim	54	23	23	100
Não	42	39	18	100
Não sabe/não respondeu/Não existe associação	8	28	64	100

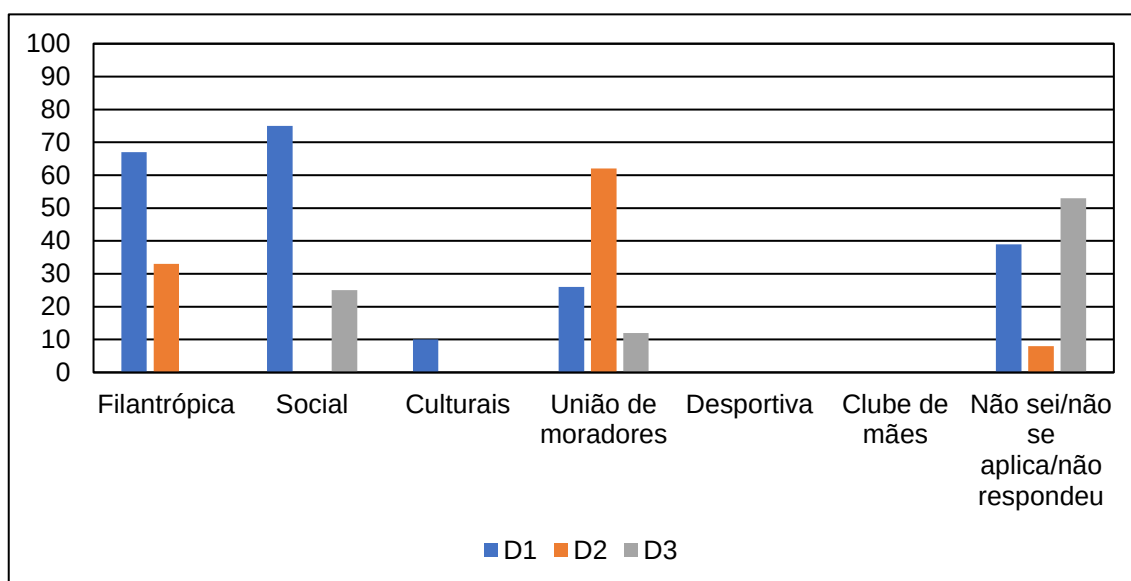
Fonte: autora (2023)

Segundo Porto (1996), a participação da sociedade é entendida como um processo que visa estimular e contribuir com os indivíduos e grupos sociais no sentido de desenvolverem senso de responsabilidade e de urgência com relação aos problemas ambientais, para assegurar a ação apropriada e a tomada de decisão para solucioná-los, mostra se imprescindível para as ações de saneamento ambiental.

5.3.3.2 Áreas de atuação das associações comunitárias

Quando se perguntou sobre qual a área de atuação da associação (Figura 28) presente no bairro, 34% responderam que se trata de associação de união de moradores, 36% responderam não saber se o bairro ainda possuía ou desconhecia a existência de associações em seu bairro.

Figura 28 – Áreas de atuação das associações comunitárias nos bairros



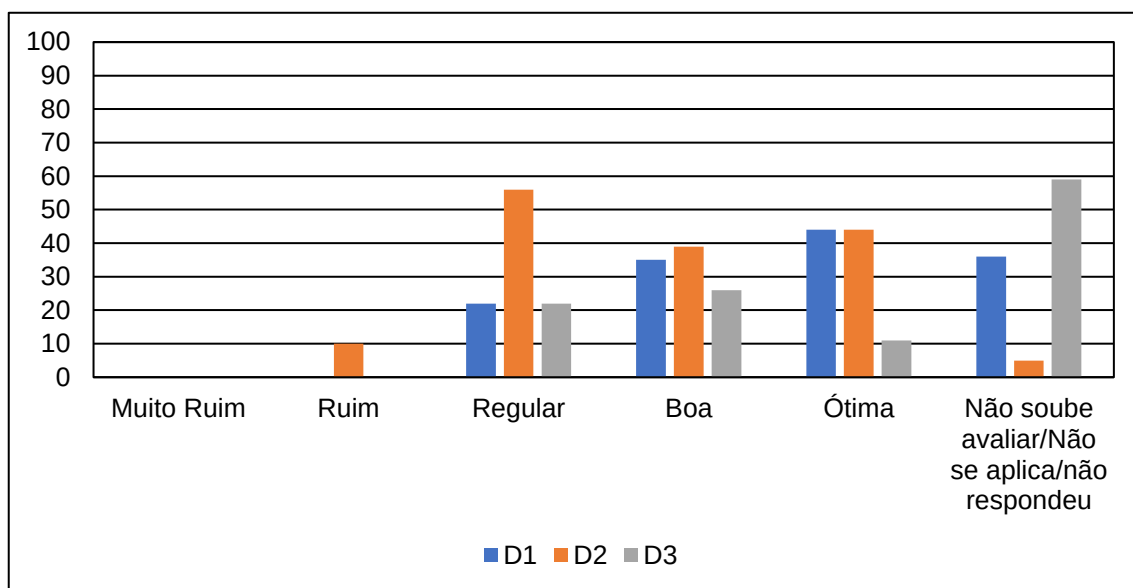
Fonte: autora (2023)

As associações comunitárias são importantes ferramentas de transformação social, sendo um espaço de interação, de aplicação de educação ambiental, de identificação dos problemas locais no âmbito do saneamento ambiental, inclusive do ponto de vista dos moradores, para que todas as intervenções ocorram em consonância com os interesses dos que vivem nas comunidades, principalmente quando há vulnerabilidade social.

5.3.3.3 Avaliação do êxito das associações comunitárias

Quando perguntados se as associações possuem uma boa atuação na resolução dos problemas presentes em seus bairros (Figura 29), 31% dos entrevistados, responderam que sim e que estas poderiam atuar em problemas relacionados ao saneamento.

Figura 29 – Avaliação do êxito de associações comunitárias



Fonte: autora (2023)

A atuação de lideranças e associações comunitárias em prol de melhorias ambientais e de saúde pode ser verificada nos trabalhos realizados por MORAES *et al.*, (2002), JULIANO *et al.*, (2016), SIQUEIRA *et al.*, (2017).

5.4 Avaliação dos aspectos ambientais

5.4.1 Destino do lixo quando há dificuldade na coleta

Quando a pergunta foi se existia dificuldade em relação a coleta de lixo (Tabela 16) e de qual forma este é destinado quando existe alguma dificuldade em relação a coleta, menos de 1% dos entrevistados afirmaram que a queima era a alternativa utilizada. Isso denota que o serviço de coleta de lixo, tem sido eficaz em sua atuação nas comunidades estudadas.

Tabela 16 – Destino do lixo quando não há coleta

DESTINO	D1	D2	D3	TOTAL
	%	%	%	%
Queima	0	1	0	0
Enterro	0	0	0	0

Fonte: autora (2023)

5.4.2 Destino do esgoto da residência

De acordo com os dados coletados (Tabela 17), a maioria com 44% dos entrevistados possui tratamento de esgoto, seguida de ligação clandestina que transporta os resíduos para os corpos hídricos, com 38% dos percentuais.

Tabela 17 – Destino do esgoto

DESTINO	D1	D2	D3	TOTAL
	%	%	%	%
Fossa séptica	31	40	38	31
Ligação clandestina	38	24	44	38
Tratamento	22	33	29	44

Fonte: autora (2023)

Um fato interessante, é que quanto mais nobre a área do entrevistado, maior o número de residências com ligações a rede de esgoto, essa situação foi observada em todas as localidades estudadas por possuírem as chamadas “áreas nobres”, o que também foi verificado por SOUZA (2005), ao analisar os indicadores ambientais e sócios-econômicos nos bairros localizados na bacia do rio Anil.

5.4.3 Ações da população para minimizar problemas de saneamento

Ao serem perguntados sobre quais ações a população têm tomado, para solucionar problemas referentes ao esgotamento (Tabela 18), as respostas foram de que a maioria dos moradores arcaram com os custos dos serviços de encanação, parte destes aproveitaram o material dispensado pela empresa de saneamento por serviços não finalizados. A finalidade do serviço consistiu na condução das águas residuárias até os corpos hídricos mais próximos das residências.

Tabela 18 – Ações da população referentes aos problemas de esgoto

AÇÕES	D1	D2	D3	TOTAL
	%	%	%	%
Serviço de encanação	50	7	43	43
Nenhuma ação	43	40	17	40

Fonte: autora (2023)

5.5 Avaliação dos serviços de saneamento

5.5.1 Avaliação do serviço de coleta de lixo

Em relação ao serviço de coleta de lixo (Tabela 19), 43% dos entrevistados o avaliam como regular, apesar da frequência das coletas ser de três vezes por semana e o caminhão da coleta incluir as ruas sem asfaltamento.

Tabela 19 – Grau de satisfação em relação a coleta de lixo

GRAU	D1	D2	D3	TOTAL
Muito Ruim	0	0	0	0
Ruim	0	0	0	0
Regular	57	43	0	43
Boa	32	28	40	32
Ótima	25	50	25	25
Não sei avaliar	0	10	0	0

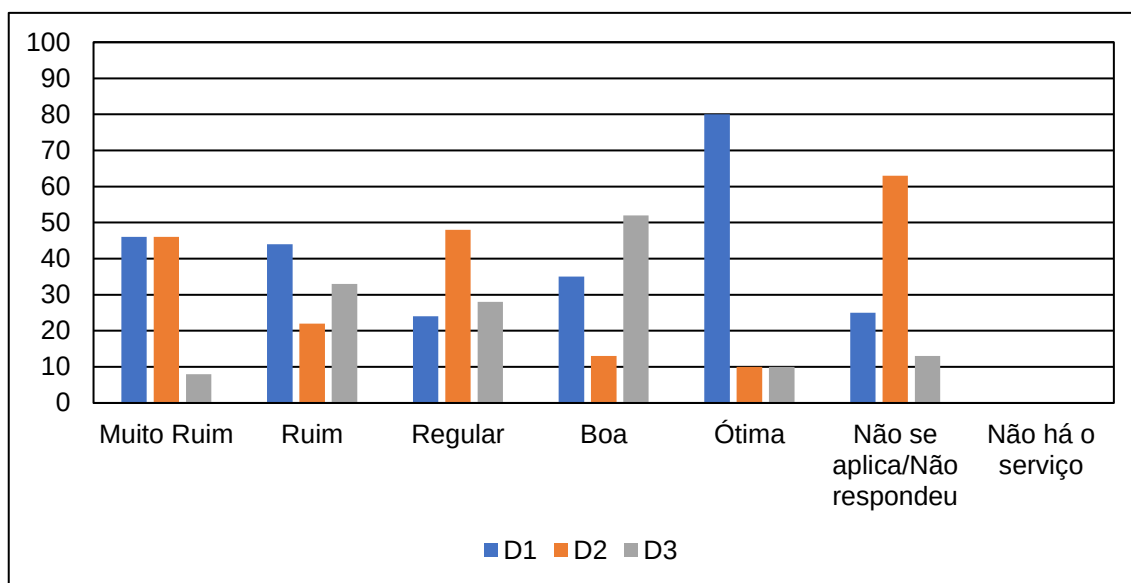
Fonte: autora (2023)

Destaca-se a importância da destinação correta dos resíduos sólidos. Dispostos de forma inadequada estes resíduos podem causar problemas em diferentes esferas, como a contaminação e poluição do solo, da água e do ar, além da proliferação de vetores causadores de doenças. Logo, são causados danos tanto ao meio ambiente, como também à população, afetando a qualidade de vida (FERREIRA *et al.* 2022).

5.5.2 Avaliação do serviço de abastecimento pelos entrevistados

Quando perguntados sobre o grau de satisfação relacionado ao abastecimento de água (Figura 30), 46% dos entrevistados o considerou muito ruim, as queixas foram referentes a fatores como: interrupções do fornecimento, irregularidade nos horários de abastecimento, vazão da água ser insuficiente e crítica ao sistema de rodízio, na maioria dos distritos.

Figura 30 – Grau de satisfação do serviço de abastecimento de água



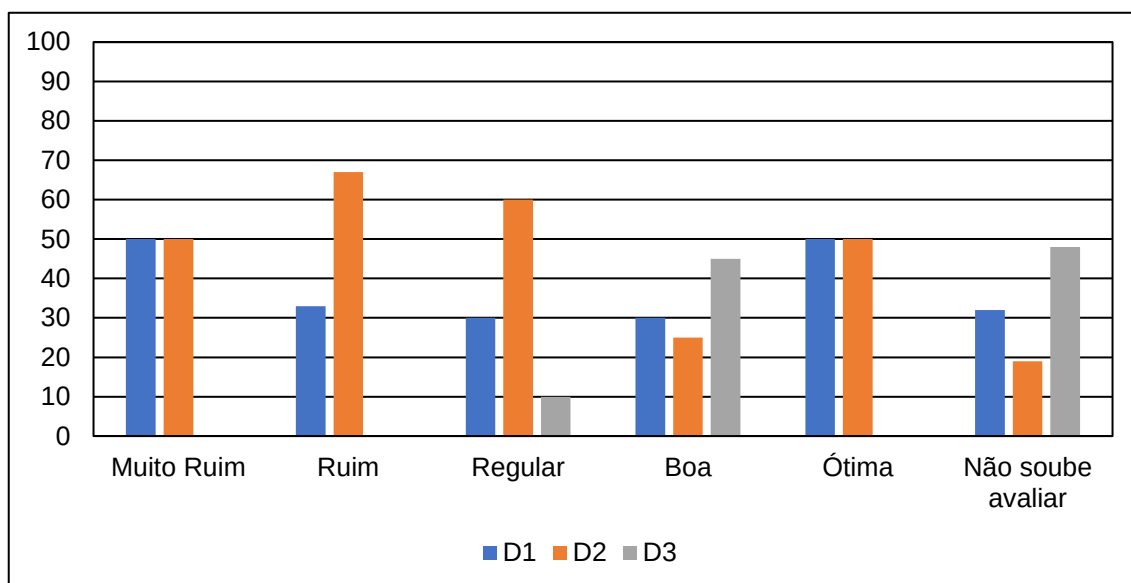
Fonte: autora (2023)

A frequência do fornecimento de água pela rede pública é um indicador da qualidade do serviço prestado e da vulnerabilidade da população a doenças COELHO *et al.*, (2020). Segundo Mendonça e Motta (2007), o saneamento básico possui relação direta com a mortalidade infantil, pois a falta dos seus serviços ou a sua prestação inadequada impacta no aumento do número da mortalidade infantil.

5.5.3 Avaliação do serviço de tratamento de esgotos

A partir da análise da Figura 31, é possível perceber que entre os moradores que possuem o tratamento, 50% o consideraram muito ruim. Destes muitos não apontaram a prestação do serviço, mas o incômodo gerado pela presença da ETE (liberação de gases odoríferos) e 50% o considera ótimo, não havendo queixas em relação a qualidade do serviço.

Figura 31 – Grau de satisfação do serviço de tratamento de esgoto



Fonte: autora (2023)

Segundo Luduvic *et al.*, (1997), as queixas sobre a emissão de odores pelas estações de tratamento de esgoto têm aumentado significativamente durante os últimos anos, devido à maior conscientização sobre seus direitos como cidadão contribuinte, aumento no número de estações de tratamento de esgotos em operação, associados às pressões urbanas sobre áreas desocupadas, que forçam a construção de residências e/ou centros de lazer cada vez mais próximos das estações.

5.6 Avaliação da empresa de saneamento

Ao se perguntar qual o conhecimento o entrevistado tem da empresa de saneamento (Tabela 20), a maior parcela, 50% afirmaram que o conhecimento possuído, é de que se trata de uma empresa pública ineficiente em relação a prestação de seus serviços. Em seguida, 37% afirmaram não ter nenhum conhecimento sobre a empresa.

Tabela 20 – Conhecimento sobre a empresa de saneamento pelos entrevistados

CONHECIMENTO	D1	D2	D3	TOTAL
	%	%	%	%
Não tem conhecimento	21	42	37	37
Trata água	62	31	8	31
Trata esgoto	75	13	13	13
Trata água e esgoto	29	43	29	29
Abastecimento	23	23	54	23
Meio ambiente e saúde	33	67	0	33
Empresa pública ineficiente	50	50	0	50

Fonte: a autora (2023)

Diante desse cenário, conforme recomenda Mehler (2011), é necessário a difusão do papel social que a empresa desempenha na área do saneamento, através do abastecimento de água, coleta e tratamento do esgoto doméstico.

5.6.1 Avaliação da qualidade dos serviços prestados pela empresa de saneamento

Ao serem perguntados de que forma avaliam o aspecto geral os serviços prestados pela empresa (Figura 21), 31% responderam regular, que significa ser de boa qualidade, mas que necessita de melhorias, essa pergunta incluiu o desempenho da empresa dada a resolução de problemas com os usuários.

Tabela 21 – Avaliação da qualidade dos serviços prestados pela empresa de saneamento pelos entrevistados

QUALIDADE	D1	D2	D3	TOTAL
Como classifica a qualidade?	%	%	%	%
Muito Ruim	25	75	0	25
Ruim	75	25	0	25
Regular	13	31	56	31
Boa	48	24	29	29
Ótima	0	0	0	0
Não soube/não respondeu	50	0	50	50

Fonte: autora (2023)

Uma das soluções apontadas por Mehler (2011) e que pode ser aplicada para promover uma melhor convivência entre empresa e vizinhança, está em elaborar planos estratégicos de relacionamento com a comunidade, incluindo a reuniões comunitárias, visitas monitoradas as estações de tratamento, dos registros das reclamações e ações realizadas em função destas.

5.6.2 Meios de comunicação onde os entrevistados obtêm informações sobre saneamento e a empresa de saneamento

Ao serem perguntados sobre quais os meios de comunicação utilizados para obter informações sobre saneamento e sobre a empresa de saneamento (Tabela 22), 34% dos entrevistados responderam ser através da televisão e em seguida, a internet com 31%.

Tabela 22 – Meios de comunicação para obtenção de informações sobre saneamento

MEIOS	D1	D2	D3	TOTAL
	%	%	%	%
Televisão	34	29	38	34
Internet	31	31	39	31
Impresso e rádio	0	50	50	50

Fonte: autora (2023)

Esta questão, analisa o interesse sobre o tema, suscetibilidade em discutir o assunto, reflexão de manifestações públicas via imprensa, realizada em proveito de melhorias nas comunidades estudadas.

5.6.3 Conflitos entre entrevistados e empresa de saneamento

Quando perguntados se já houve conflito entre os moradores e a empresa de saneamento (Tabela 23), 33% afirmaram não ter tido nenhum conflito com a CAEMA.

Tabela 23 – Conflitos entre moradores e empresa de saneamento

CONFLITOS	D1	D2	D3	TOTAL
	%	%	%	%
Sim	23	50	27	27
Não	35	33	33	33

Fonte: autora (2023)

Os motivos indicados pelos moradores para a ocorrência desses conflitos, são em relação a interrupção do abastecimento, ocorrência de bueiro exalando mau-cheiro e a dispersão de gases odoríferos das ETEs em funcionamento. Após as reclamações junto a empresa, os problemas foram atendidos. Fora inclusive relatada, a existência de processos judiciais em andamento, relacionados a presença de odores provenientes das estações.

5.6.3 Resolução de conflitos entre entrevistados e empresa de saneamento

Entre os 27% que asseguraram já terem entrado em conflito com a empresa (Tabela 24), 40% destes declararam que o conflito foi resolvido. Os entrevistados citaram problemas de abastecimento, presença de bueiros abertos que exalavam maus odores e gases liberados pela ETE. Nesses casos, a empresa compareceu para solucioná-los. Barbosa (2020) afirmou que 43% dos moradores disseram que a empresa responsável indicou que iria solucionar o problema em relação aos odores, porém sem mudanças.

Tabela 24 – Resolução de conflitos entre moradores e empresa de saneamento

RESOLVIDO?	D1	D2	D3	TOTAL
	%	%	%	%
Sim	40	50	10	40
Não	20	6	20	20

Fonte: autora (2023)

Em relação aos delineamentos das resoluções de conflitos entre os moradores e a empresa de saneamento (Tabela 25), 10 % dos moradores do D2 responderam a amenização dos odores, a mesma porcentagem foi detectada no

D1, em relação a serem esclarecidos pela empresa sobre os conflitos e 1% respondeu que foi resolvido pelo restabelecimento do abastecimento.

Tabela 25 – Formas de resolução de conflitos entre moradores e empresa de saneamento

DE QUE FORMA?	D1	D2	D3	TOTAL
	%	%	%	%
Melhoria do odor	0	10	0	0
Foram esclarecidos pela empresa	0	10	0	0
Restabelecimento do abastecimento	1	0	0	0
Não sabe	10	0	0	0

Fonte: autora (2023)

Atinente a queixa devido a liberação de odores durante o funcionamento das estações, os entrevistados do D2, 10% mencionaram a aquisição de um equipamento pela empresa, que realiza a combustão dos gases, sendo estes esclarecidos sobre essa solução encontrada pela empresa.

5.6.4 A presença das ETEs já terem sido discutidas em audiência pública ou em assembleia de moradores

Ao serem questionados se a presença das ETEs terem sido discutidas em audiência pública ou assembleia (Tabela 26), 34% dos entrevistados, responderam que nunca foram reunidos pela empresa para algum tipo de comunicação.

Tabela 26 – ETE já ter sido discutida em audiência pública ou assembleia de moradores

ETE JÁ FOI DISCUTIDA	D1	D2	D3	TOTAL
	%	%	%	%
Sim	25	67	8	25
Não	40	26	34	34
Não sabe/Não se aplica/Não respondeu	24	0	76	24

Fonte: autora (2023)

O resultado, indica uma falha no relacionamento entre a empresa e os moradores, visto que o diálogo seria essencial para o entendimento do papel

social da empresa, resolução de dúvidas sobre a operação das estações e a prevenção de conflitos.

Visto que as audiências públicas estabelecem um diálogo público entre a população e as autoridades (indivíduos, Estado e Sociedade) e, por consequência, propiciam aos envolvidos uma profunda vivência democrática, o que produz efeitos benéficos à toda Sociedade (SANTOS, 2015).

A realização de audiência pública poderia ser benéfica, por esta ser uma ferramenta que fomenta a participação dos interessados, a compreensão dos diversos aspectos que envolvem o caso concreto, viabilizando alcançar a decisão adequada a partir da cooperação dos envolvidos (SILVA, 2022).

5.6.5 Classificação das tarifas cobradas pela empresa pelos entrevistados

Quando a pergunta foi “como classifica as tarifas cobradas pela empresa?” (Tabela 27) 32% responderam que as consideram justas e 32% as consideram altas.

Tabela 27 – Classificação das tarifas pelos moradores

TARIFAS	D1	D2	D3	TOTAL
	%	%	%	%
Justa	32	13	56	32
Acima	39	32	29	32
Abaixo	0	0	29	0
Não soube	0	50	50	50
Não é cobrada a tarifa	25	75	0	25

Fonte: autora (2023)

Apesar de alguns moradores afirmarem terem conhecimento de que as tarifas são proporcionais ao consumo, ou seja, em relação a porcentagem de esgoto tratado, conforme indica a Resolução CONAMA nº430/2011 (BRASIL, 2011). Esse dado reflete em que nível os moradores estão conscientes de que cuidar do meio ambiente também é investir nos serviços.

Um fato interessante testemunhado pela pesquisadora durante a realização das entrevistas, foi a chegada da cobrança da tarifa de água para uma

parte dos residentes do bairro Recanto dos Vinhais, que outrora não era cobrada pela CAEMA.

5.7 Avaliação dos incômodos gerados pelas ETEs

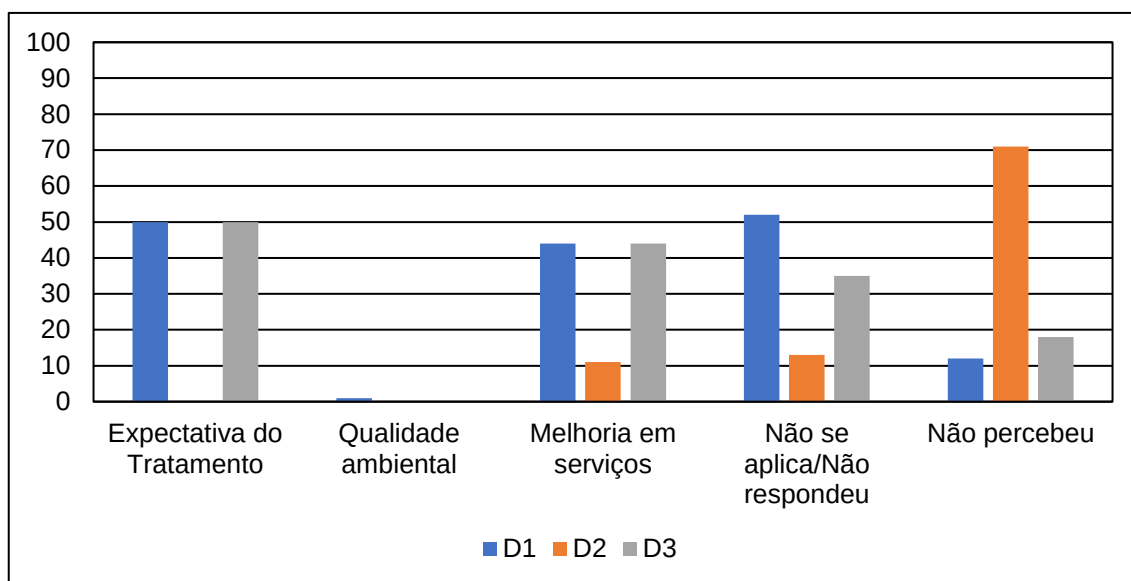
Nesta seção, estão os principais incômodos relatados pelos moradores em relação a atividades das estações de tratamento de esgotos.

5.7.1 Avaliação dos impactos gerados no processo de implantação

5.7.1.1 Avaliação dos impactos positivos ao meio ambiente gerados no processo de implantação de ETEs

Na imagem abaixo (Figura 32), se indicam os impactos positivos para o meio ambiente, pelo processo de implantação das estações de tratamento de esgotos. As respostas obtidas foram em relação a expectativa de melhora da qualidade ambiental, com 50% das respostas nos D1 e D3. Os moradores do D1 afirmaram que não perceberam de imediato e 71% do D2, não perceberam mudanças com o início do tratamento. Já 44% do D1 e do D3, perceberam melhora nos serviços, apesar do foco da pergunta ter sido no aspecto ambiental.

Figura 32 – Avaliação dos impactos positivos ao meio ambiente, gerados pela implantação das ETEs

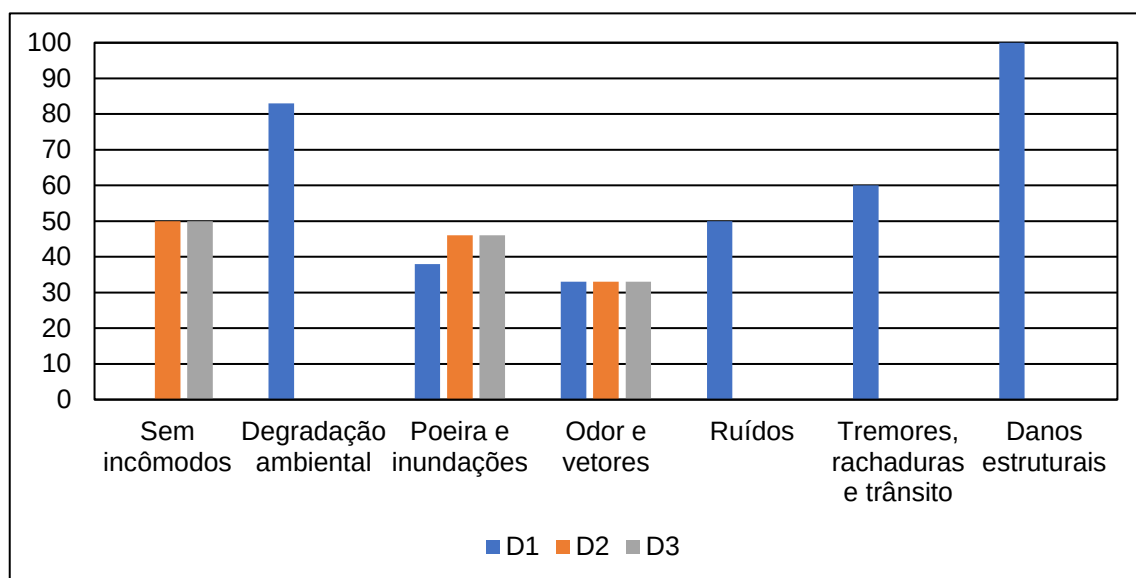


Fonte: autora (2023)

5.7.1.2 Avaliação dos impactos negativos ao meio ambiente gerados no processo de implantação

Em relação aos impactos negativos (Figura 33), o de maior percentual apontado, com 50% das respostas, foi de que não foram sentidos incômodos. Para 33% dos entrevistados foi percebido odor e a dispersão de vetores, como ratos e baratas e 14% apontaram a degradação ambiental, que inclui poeira, poluição do solo, águas, contaminação, desaparecimento de animais e desmatamento. Estes problemas foram mencionados nas entrevistas dos D1 e D2.

Figura 33 – Avaliação dos impactos negativos ao meio ambiente, gerados pela implantação das ETES



Fonte: autora (2023)

Em relação a dispersão de insetos, a mesma situação foi descrita por Castanheira e Baydum (2015) na avaliação de impactos de ETE no bairro de Cajueiro Seco em Jaboatão dos Guararapes, no estado de Pernambuco.

Os aspectos positivos citados em relação a obra, foram a limpeza do terreno e o fechamento de valas de esgoto no D1.

No tocante a danos patrimoniais, 46% responderam a ocorrência de poeira, e inundações que provocaram perda material. Também foram mencionados tremores, assim como valas abertas, presença de lama e risco de acidentes, piora do tráfego e trânsito de veículos pesados. E ainda 50% das respostas expressaram a existência de ruídos, 33% observaram a dispersão de odores e de vetores e 100% mencionaram a ocorrência de danos estruturais às residências, que resultaram em realocação de moradores e ações na justiça no D1 em decorrência da construção da ETE Anil).

Nessas circunstâncias, para Castanheira & Baydum, as maiores desvantagens em relação à implantação de ETES, diz respeito a proliferação de insetos, odores fortes, aumento do tráfego e incômodos em geral, além da desvalorização dos imóveis no entorno da estação.

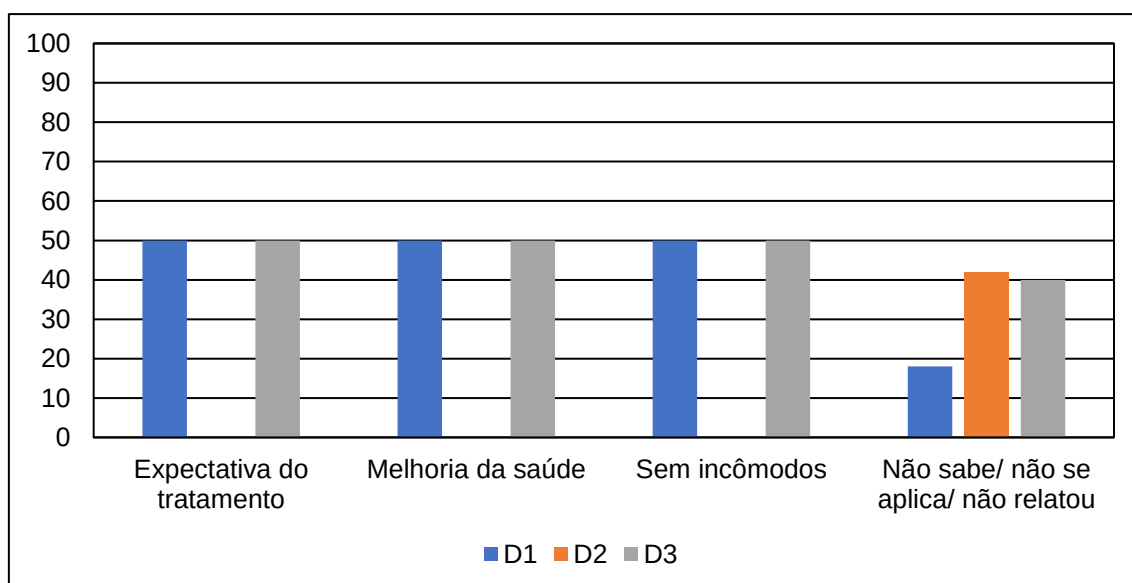
Os danos estruturais também ocorreram no processo de construção da ETE Vinhais, no D2. Em referência a degradação ambiental devido a obra, foram relatados a poeira e a devastação de árvores, nos distritos D1 e D2.

Inclui-se relatos de prejuízos à vida social no D2, como ao lazer e as relações interpessoais, a intensidade dos odores prejudicou a continuidade de práticas de lazer em áreas externas as residências, causando constrangimento aos proprietários e seus convidados. A empresa plantou mudas de eucalipto como uma forma de contenção dos odores, SILVA *et al.*, (2021) declaram que o plantio de árvores deve ser de forma estratégica, com a função de barreira verde, assentado em informações referentes ao regime de ventos da microrregião e optando, preferencialmente, na escolha de espécies vegetais de ocorrência local.

5.7.1.3 Avaliação dos impactos positivos a saúde, gerados no processo de implantação

Já nos aspectos positivos a saúde (Figura 34), dentre os mais citados foram, a expectativa do tratamento (50%) e de melhora da saúde (50%), nos D1 e D2. Nesse quesito, as estações foram vistas como agentes da prevenção de doenças.

Figura 34 – Avaliação dos impactos positivos a saúde, gerados pela implantação das ETEs



Fonte: autora (2023)

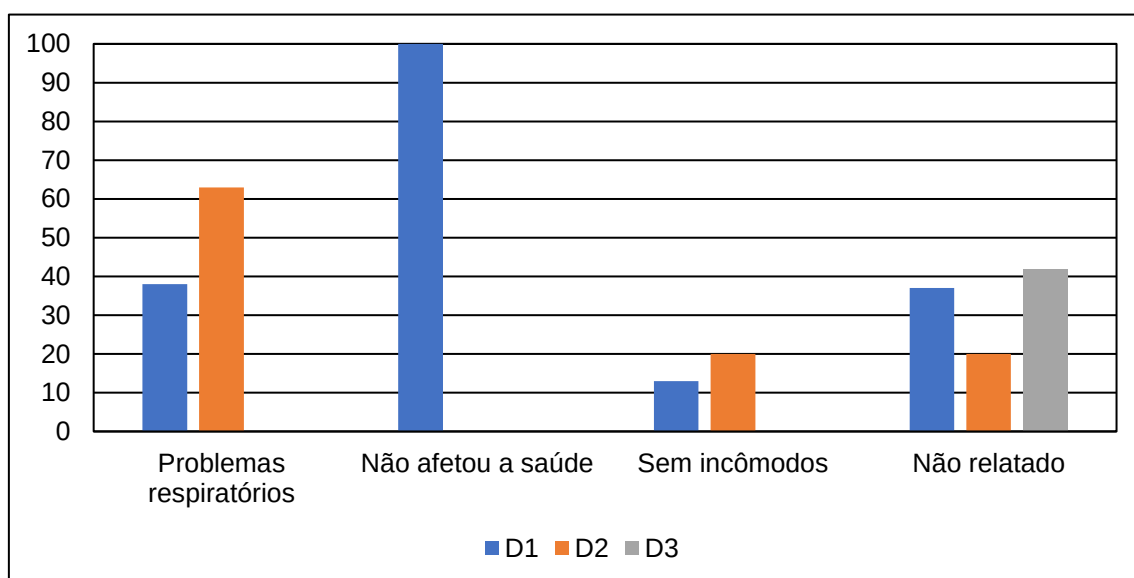
A implantação de serviços de saneamento ambiental, acarreta a redução considerável de gastos financeiros, bem como recursos humanos, dado que as demandas pelos serviços de enfermidades resultante da ausência de saneamento são reduzidas consideravelmente (MARTINS *et al.*, 2001).

Para Cesan (2013), com a implantação da ETE a ocorrência de doenças diminui e isso beneficia principalmente as crianças, uma vez que a falta de saneamento básico ocasiona doenças como: diarreia infecciosa, cólera, leptospirose e esquistossomose.

5.7.1.4 Avaliação dos impactos negativos a saúde, gerados no processo de implantação

Em relação aos efeitos negativos atinentes a saúde (Figura 35), para 88% dos entrevistados, não houve interferência negativa em sua saúde. Já para 66%, verificou-se a ocorrência de problemas respiratórios, devido a poeira gerada pela obra. Estes problemas foram detectados pelos moradores na fase de construção da ETE Vinhais (D2).

Figura 35 – Avaliação dos impactos negativos a saúde, gerados pela implantação das ETEs



Fonte: autora (2023)

Ao realizarem um estudo sobre os perigos a saúde relacionados à estação de tratamento de esgoto de Soba, no Sudão. Abdelmoneim *et al.*, (2017). verificaram problemas respiratórios com 62,6% das respostas, como tosse, falta de ar e chiado no peito, além de problemas gastrointestinais (61%), como náuseas e diarreias.

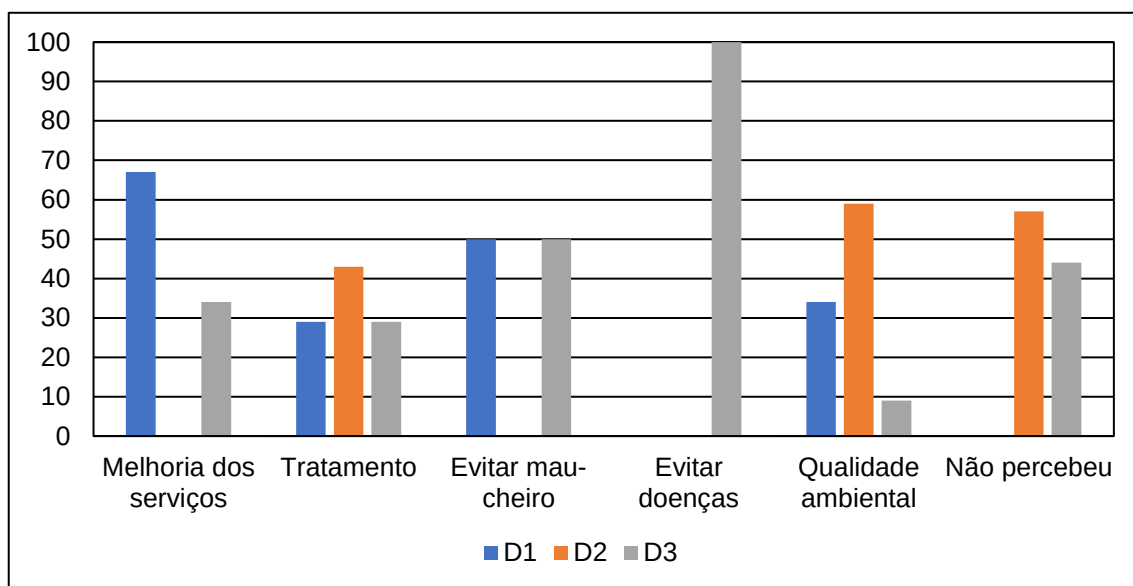
Barbosa *et al.*, (2021) ao identificar os impactos positivos e/ou negativos decorrentes da implantação de uma ETE no município de Sumé, no estado da Paraíba. No que tange ao surgimento de doenças provocadas pela implantação, 60% dos entrevistados, concordaram que houve influência negativa da ETE, favorecendo o surgimento de casos de doenças, tais como, gripe, tosse e infecção intestinal. Sendo as crianças, as mais acometidas por essas doenças

5.7.2 Impactos gerados durante os processos de operação de ETEs

5.7.2.1 Impactos positivos ao meio ambiente gerados no processo de operação

Na Figura 36, observa-se que quando perguntados sobre os aspectos positivos gerados ao meio ambiente com a operação das ETEs. os maiores percentuais das respostas foram de que houve melhora dos serviços com 67%, e evitação do mau-cheiro com 50%, nos D1 e D2, é importante enfatizar que a estação Anil ainda não está em funcionamento no D1, no momento em que foram realizadas as entrevistas. O segundo aspecto, trata da boa expectativa com a vinda do tratamento. Uma parcela relatou ainda (57%), não perceber efeitos positivos durante a operação da estação Vinhais (D2).

Figura 36 – Avaliação dos impactos positivos ao meio ambiente, gerados pela operação das ETEs



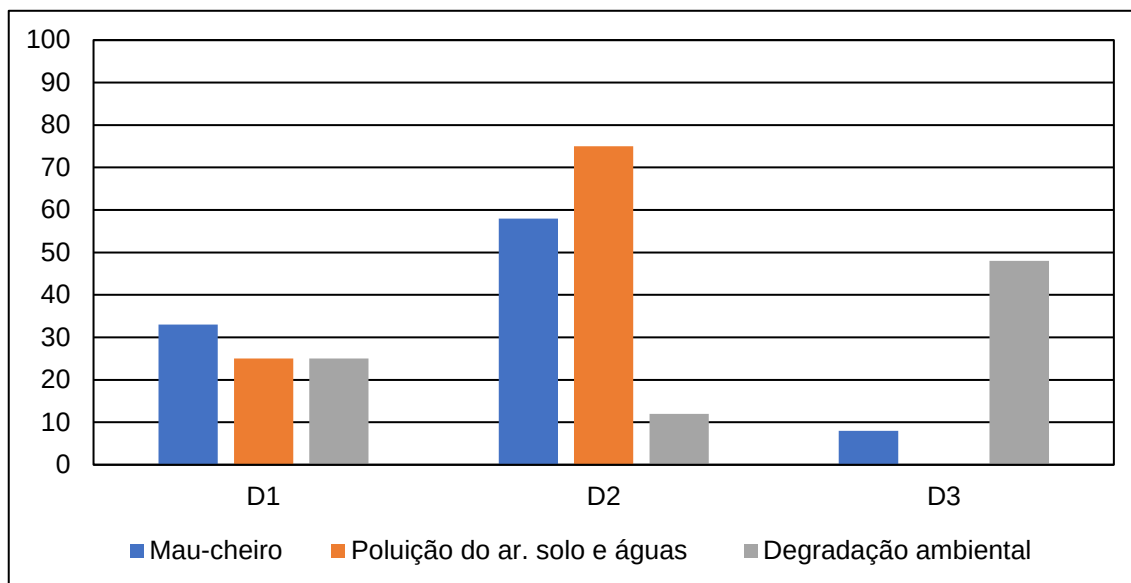
Fonte: autora (2023)

5.7.2.2 Impactos negativos ao meio ambiente gerados no processo de operação

Os resultados referentes aos aspectos negativos das atividades das estações para o meio ambiente estão na figura 37, as respostas de maior evidência foram: a poluição do ar, do solo e das águas com 75% e odores, com 58% para os moradores vizinhos a ETE Vinhais.

Sobre a percepção do mau-cheiro, resultado semelhante foi encontrado por Lima (2020) onde 54% dos entrevistados apresentaram queixa sobre o mau-cheiro.

Figura 37 – Avaliação dos impactos negativos ao meio ambiente, gerados pela operação das ETEs



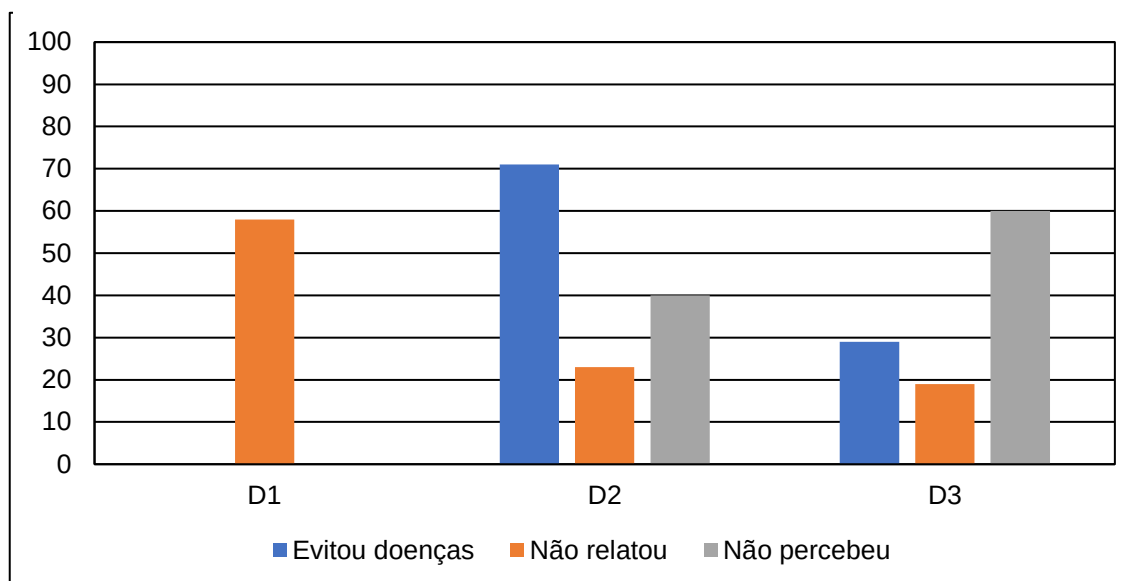
Fonte: autora (2023)

Para Liu (2021), a ocorrência de maus odores no entorno das estações, afeta toda a população circunvizinha, em virtude do gás sulfídrico, principal poluente odorífero em ETE's.

5.7.2.3 Impactos positivos na saúde gerados pelo processo de operação

Os aspectos positivos na avaliação de como a operação das ETEs afetam a saúde (Figura 38), as respostas que mais obtiveram destaque foram: evitou doenças com 71%; 60% não perceberam a saúde sendo afetada e 58% ausência de relatos.

Figura 38 – Avaliação dos impactos positivos a saúde, gerados pela operação das ETEs

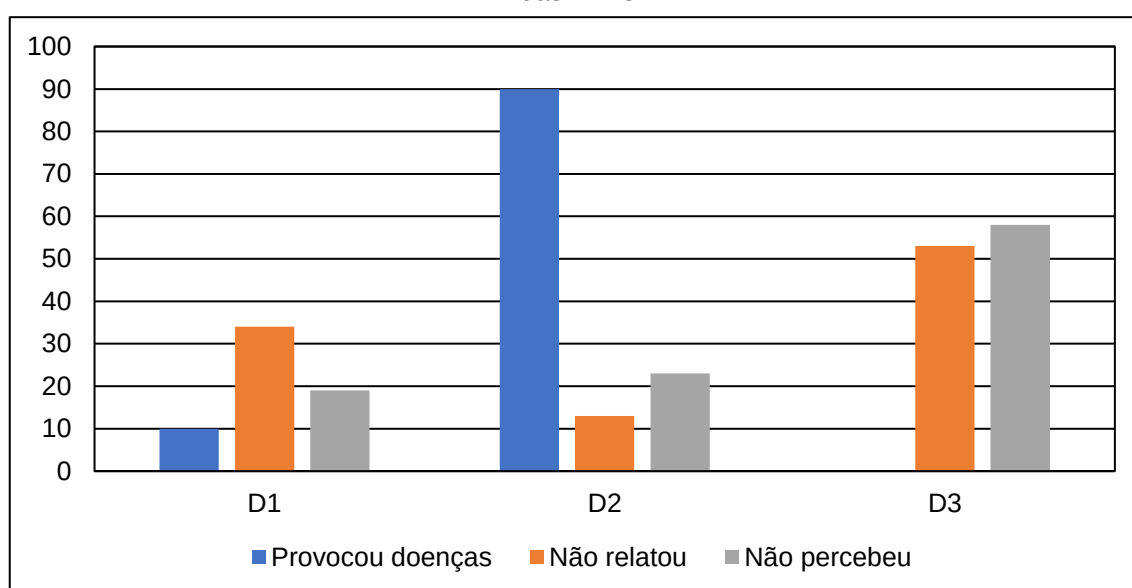


Fonte: autora (2023)

5.7.2.3 Impactos negativos na saúde gerados no processo de operação

Entre os efeitos negativos à saúde, (Figura 39) os mais percebidos foram: provocaram doenças 90%, no D2 e 58% não perceberam efeitos negativos, no D3.

Figura 39 – Avaliação dos impactos negativos a saúde, gerados no processo de operação das ETEs



Fonte: autora (2023)

5.7.3 Questões sobre a importância das estações de tratamento de esgoto

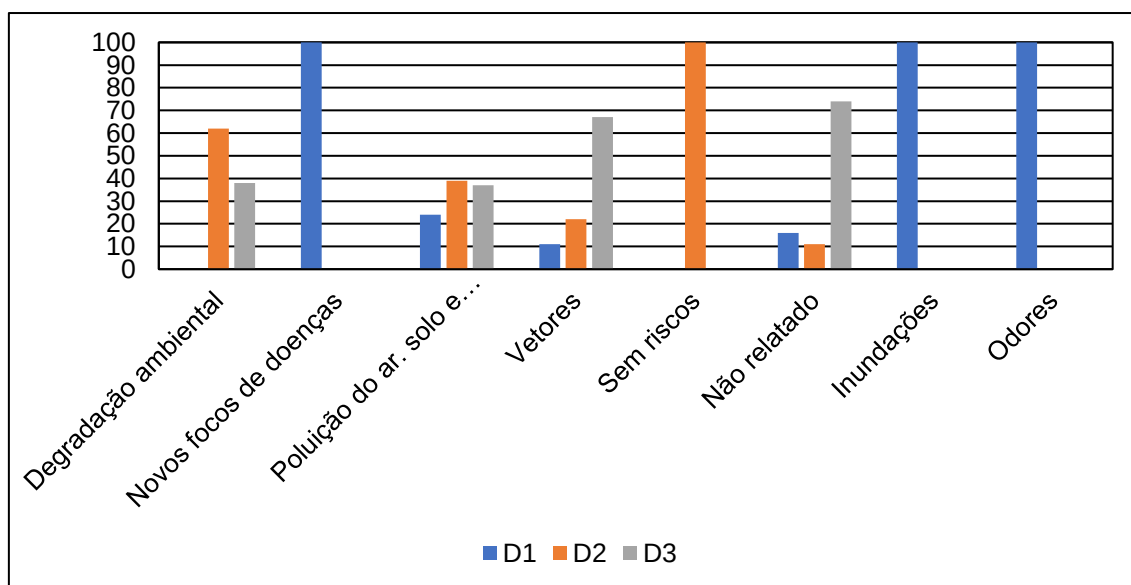
Nesta subseção, avalia-se os riscos ambientais e na saúde envolvidos na falta do serviço de tratamento de esgoto, a partir da perspectiva das populações estudadas.

5.7.3.1 Avaliação dos riscos relacionados a ausência do serviço de tratamento de esgoto

5.7.3.1.1 Avaliação dos riscos ao meio ambiente relacionados a ausência do serviço de tratamento de esgoto

Quando questionados em relação aos riscos ao meio ambiente na ausência do serviço de esgotamento sanitário (Figura 40), as respostas de maior realce foram, degradação ambiental 62%, novos focos para proliferação de doenças 100%, propagação de vetores 67%, odores 100%, inundações 100%, 74% não relataram.

Figura 40 – Avaliação dos riscos ao meio ambiente relacionados a ausência do tratamento de esgotos

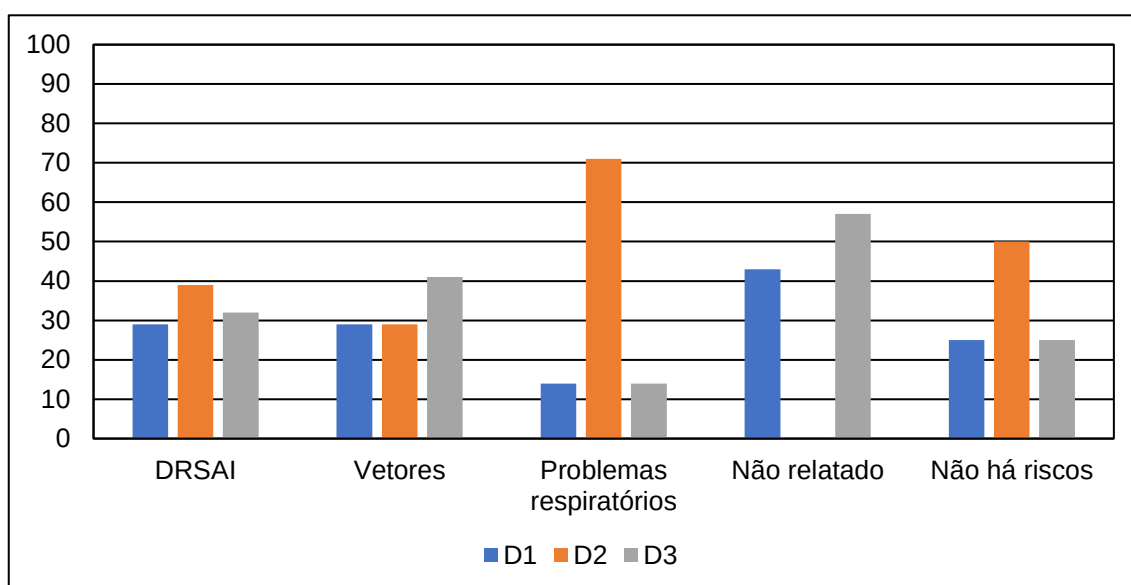


Fonte: autora (2023)

5.7.3.1.2 Avaliação dos riscos à saúde relacionados a ausência do serviço de tratamento de esgoto.

Relativo à saúde, (Figura 41), 71% dos moradores disseram que a ausência do serviço, poderia provocar problemas respiratórios à população. Em seguida, as respostas válidas foram, a propagação de vetores de doenças e de doenças relacionadas a falta de saneamento ambiental inadequado.

Figura 41 – Avaliação dos riscos à saúde relacionados a ausência de tratamento de esgotos



Fonte: autora (2023)

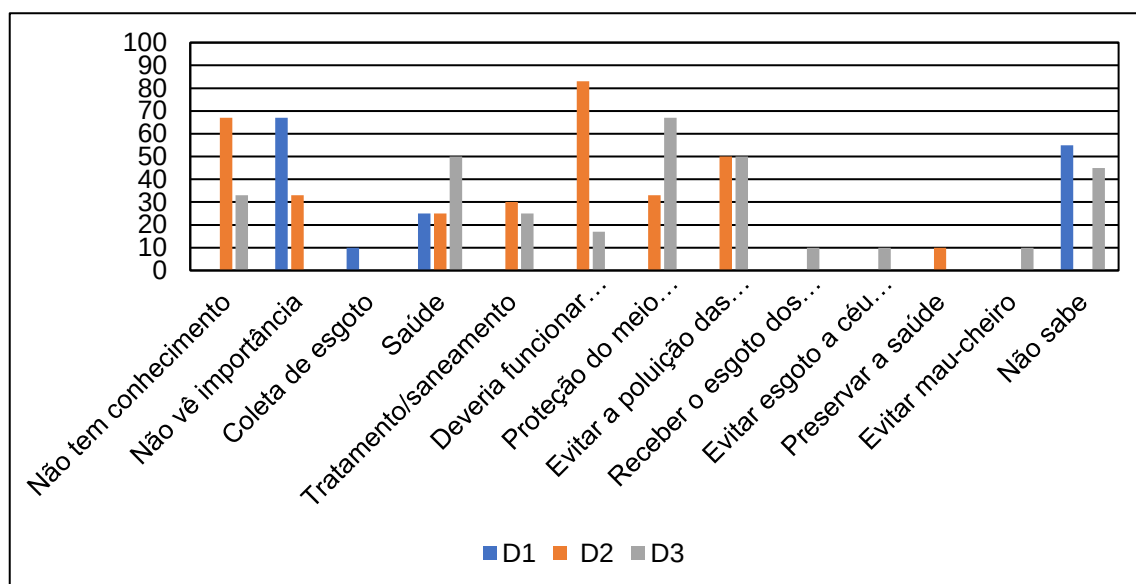
A relevância das informações acima está em indicar o nível de conhecimento dos moradores sobre os riscos a própria saúde na ausência dos serviços de esgoto, o pensar da importância do tratamento e permitir aos gestores, as bases para planejar e elaborar propostas que venham a melhorar a qualidade de vida, principalmente por meio da educação ambiental.

5.7.3.2 Percepção sobre a importância das estações de tratamento de esgoto

Quando perguntados sobre a importância de possuírem uma estação de tratamento de esgoto em seu bairro (Figura 42), as respostas obtidas de maior

visibilidade foram: 83% trazer melhorias em saúde pública, 67% não têm conhecimento da função da ETE, 67% declararam que as ETEs deveriam funcionar corretamente, 55% acham que entre suas atribuições deve haver a prevenção do mau-cheiro.

Figura 42 – Avaliação sobre a importância das ETEs, pelos entrevistados



Fonte: autora (2023)

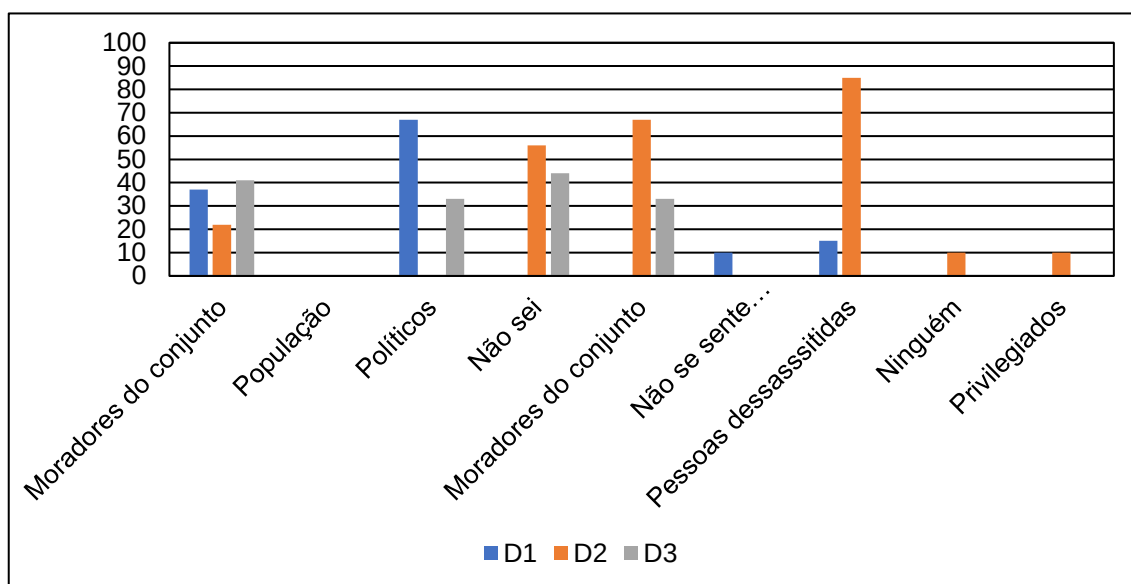
Neste item se percebe que a população compreende que o papel da ETE é de ser uma obra pública de caráter sanitário, mas uma parcela desconhece a sua importância e funcionalidade, é necessário que ela possua o mínimo de conhecimento sobre o meio ambiente, para que possa ao menos cobrar uma melhor qualidade de vida, conforme aconselha Castanheira e Baydum (2014).

5.7.4 Avaliação sobre quem são os beneficiados pelo funcionamento das estações de tratamento de esgoto

Ao serem perguntados sobre quem seriam os beneficiados pelo funcionamento das ETEs (Figura 43), 44% dos entrevistados disseram não saber quem se beneficia com as estações, 37% considera que a população do bairro, 33% acreditam que os beneficiados são os “moradores dos conjuntos”, uma referência a quem mora em condomínios fechados, como ocorre no bairro do Jaracaty (D3) e conjuntos habitacionais, como Conjunto dos Ipês e localidades

do bairro Recanto dos Vinhais (D2). Sendo que uma parcela de 33%, considera que os políticos sejam os beneficiados pelas estações.

Figura 43 – Avaliação sobre quem são os beneficiados pelo funcionamento das estações de tratamento de esgoto pelos entrevistados



Fonte: autora (2023)

Os moradores entrevistados descrevem a necessidade de a ETE ser vista em seu aspecto social, por ser um empreendimento público, deve atender toda a população. Para preencher essa lacuna, destaca-se ações de educação ambiental.

5.7.5 Avaliação dos prejuízos relacionados as estações de tratamento de esgoto pelos entrevistados

Nesta seção, estão listados o percentual de moradores entrevistados que de alguma forma se sentem prejudicados pelas ETEs e de quais formas as populações têm se prejudicado. A tabela 28 mostra um percentual total, onde 38% dos entrevistados não se sentem prejudicados pelas estações de tratamento. Entretanto, no D2, 53% dos entrevistados responderam que sim. Ao serem questionados de quais maneiras isso ocorre, 50% responderam que pela alteração da paisagem, isso se explica pela derrubada de matas para a construção das estações e a própria presença da ETE nas regiões, 40%

acreditam que a construção e o funcionamento das ETEs prejudicaram a natureza, relatam o fato de algumas famílias no D2 antes cultivavam pequenos plantios em seus terrenos, com a construção da ETE Vinhais, houve a derrubada das árvores que haviam no local, seguida da ocupação do solo com a colocação das tubulações que se comunicam com a ETE, assim como o despejo de “produtos químicos” que alteraram a qualidade da água, segundo os moradores. Houve ainda relatos dos que se sentem prejudicados em morar tão próximos as ETEs e não serem incluídos na rede de esgoto; os que sofrem com a desvalorização de imóveis, e ainda por serem impedidos de utilizar os recursos do manguezal, devido ao despejo do efluente de esgoto oriundo das estações.

Tabela 28 – Avaliação sobre os prejuízos relacionados as estações de tratamento de esgoto pelos moradores entrevistados

PREJUÍZOS	D1	D2	D3	TOTAL
Se sente prejudicado pela ETE?	%	%	%	%
Sim	27	53	20	27
Não	38	20	42	38
De que forma?				
Desvalorização imobiliária	0	80	20	20
Falta do serviço	60	0	40	40
Alteração da paisagem	0	50	50	50
Prejudicar a natureza	20	40	40	40
Odor	0	88	13	13
Prejuízo ao lazer	0	1	0	0
Na saúde	0	1	0	0
Inundações	1	0	0	0
Perda de móveis	1	0	0	0
Social	0	1	0	0
Receio de acidentes na ETE	0	1	0	0
Obra incompleta	1	0	0	0
Não poder utilizar os recursos do manguezal	20	60	20	20

Fonte: autora (2023)

5.7.6 Avaliação dos odores liberados pelo funcionamento das estações de tratamento de esgotos

Na Tabela 29, encontram-se os dados referentes a percepção, intensidade, periodicidade, duração e frequência do odor sentidos no interior das

residências e dependências externas. Do mesmo modo, se durante o período chuvoso a enxurrada apresenta odor. Quando perguntados se sentiam algum odor proveniente da ETE, 18% das respostas foram sim e 46% não. Em relação a intensidade do odor 93% dos entrevistados consideram muito forte, 25% forte e 22% fraco, situação com ponto de semelhança a encontrada por Lima (2020), onde em sua pesquisa 48% das respostas consideraram o odor como muito forte, 30% percebem um odor forte e 22% diz ser um odor moderado, que pode ser encaixado como de fraca intensidade.

Tabela 29 – Avaliação dos odores liberados durante a operação das estações de tratamento de esgoto

ODORES	D1	D2	D3	TOTAL
Sente odor proveniente da ETE?				
Sim	15	68	18	18
Não	49	5	46	46
Intensidade do cheiro				
Muito forte	7	93	0	7
Forte	17	58	25	25
Fraco	22	22	56	22
Muito fraco	0	0	0	0
Não se aplica	49	5	46	46
Qual horário é mais forte?				
Manhã	14	86	0	14
Tarde	0	100	0	0
Noite	13	75	13	13
Dia todo	27	45	27	27
Não se aplica	47	5	49	47
Qual frequência é sentido?				
Diária	0	100	0	0
Semanal	17	75	8	17
Mensalmente	0	0	0	0
Sazonal	13	25	63	25
Raramente	40	60	0	40
Não se aplica	48	7	45	45
Nas inundações existe odor?				
Sim	20	60	20	20
Não	38	24	38	38

Fonte: autora (2023)

Durante a realização das entrevistas, houve relatos de moradores que o incomodo era tão extremo, assim que a ETE começou a operar, que foi necessário investir em vedação de janelas e portas com a finalidade de reduzir o odor. As constantes reclamações, levaram a empresa a investir na aquisição de equipamentos que realizam a queima dos gases gerados, o que diminuiu o desconforto provocado pelos gases. Porém, as queixas em decorrência do odor permanecem, situação descrita no bairro Recanto dos Vinhais. Inclusive muitos moradores declararam terem entrado com ações judiciais devido aos incômodos gerados pelo odor e exigindo estudos de impacto de vizinhança a empresa de saneamento. Um fato notado pela pesquisadora a medida em que foram aplicados os formulários é de que a intensidade do odor varia de acordo com a proximidade do respondente em relação a fonte emissora, no caso as ETEs.

Sobre qual horário do dia é mais percebido, 27% afirmou ser o dia todo, 14% percebiam pela manhã e 13% percebiam pela tarde. A frequência em que mais sentem o odor é diária 100%, seguida de semanal 75%, situação diferente foi descrita por Lima (2020), com 26% diária, 11% semanal (quando ocorre mais de três vezes numa mesma semana). E ainda 25% citam que o odor é mais perceptível durante o período de chuvas, não importando a intensidade destas. Em relação ao período da manhã o odor ser mais presente, Lima (2020), observou porcentagem semelhante em 12% das respostas obtidas sobre esse fator.

Drew *et al.*, (2017), apontam para os agentes como estação do ano, horário do dia e condições atmosféricas, como influenciadoras da dispersão dos odores (turbulência, direção e velocidade dos ventos).

Durante as inundações do período de chuvas 20% das respostas apontaram sentir mau-cheiro, principalmente onde há presença de bueiros e galerias obstruídos sem que haja atividade de ETE e/ou onde se localiza mais distante desta. No D3 no bairro do Jaracaty, onde há a ocorrência de vazamento de esgoto que recebe constante reclamação pelos moradores, que já solicitaram a resolução do problema junto à Casa da Mulher Brasileira de onde o vazamento tem origem, os mesmos aguardam o atendimento dessa questão.

Já os moradores do bairro São Francisco mencionaram que durante a período de estiagem o odor diminui consideravelmente, devido ao aumento da temperatura e ação dos ventos. Situação corroborada por Belli Filho e Lisboa

(1998), onde a dispersão de gases poluentes na atmosfera fica condicionada à temperatura do ar e à velocidade do vento no momento, visto que há circulações de ar em diferentes escalas espaciais (tamanho) e temporais (tempo de duração), capazes de interagir entre si. Além da influência das condições meteorológicas do dia (STERN *et al.*, 1994). Mesmo a direção do vento da área estudada sendo predominantemente à Nordeste.

5.7.6 Avaliação sobre os problemas relacionados ao esgoto pelos moradores entrevistados

Quando perguntados sobre qual a percepção do problema do esgoto (Tabela 30), 39% dos entrevistados responderam que um dos problemas persistentes é a falta de manutenção da empresa, 33% não souberam citar quais problemas existem, 33%, responderam que o esgoto é sinônimo de doenças e 28% afirmam ser um problema grave de saúde pública e de meio ambiente.

Tabela 30 – Avaliação sobre os problemas relacionados ao esgoto pelos moradores entrevistados

PROBLEMA	D1	D2	D3	TOTAL
Como percebe o problema do esgoto?	%	%	%	%
Não sei	36	10	54	36
Doenças	44	33	22	33
Odor	1	0	0	0
Incerteza do Tratamento	0	0	0	0
Problema grave	64	7	29	28
Não sabe	11	11	77	11
Não respondeu	20	20	60	20
Falta manutenção	11	50	39	39
Houve melhora	0	0	0	0
ETE	0	1	0	0
Prejudicial	0	1	0	0

Fonte: autora (2023)

6 AVALIAÇÃO DA SAÚDE DOS ENTREVISTADOS

Foi utilizado o Sistema de Internações Hospitalares (SIH/SUS), oriundo de informações registradas na Autorização de Internação Hospitalar (AIH), cujos dados foram disponibilizados pelo Ministério da Saúde/DataSUS. Fonte importante de dados para o fornecimento do diagnóstico de saúde de uma população, sendo considerado os atendimentos entre os anos de 2018 a 2022.

As variáveis estudadas foram números de casos e identificação de CIDs (código internacional de doenças). Para esta fase, a pesquisa não apresentou a necessidade de aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa devido à utilização de banco de dados secundários, não se tratando, portanto, de documentos que requeiram sigilo ético.

Os agravos considerados na pesquisa foram identificados a partir da CID-10 *letra A* (09) - Diarreia e Gastroenterite; (084) - infecção intestinal devido a vírus não especificado; (085) - outras infecções intestinais especificadas; (90) - Dengue; (839) - encefalite não especificada por vírus transmitida por mosquitos; (929) - febre viral transmitida por mosquitos), *letra B* (64) - doença não especificada devido a protozoários e (967) - *Clostridium perfringens* [*C. perfringens*], como causa de doenças) e *letra P* (379) - Doença infecciosa ou parasitária congênita.

6.1 Problemas de saúde verificados nos entrevistados

Em referência aos problemas de saúde apresentados pelas populações analisadas (Tabela 31), os mais frequentes foram problemas crônicos como os respiratórios 58%; diabetes e hipertensão com 56%. Quando questionados se já ocorreram problemas ou piora dos existentes devido à falta de manutenção das estações de tratamento, a maioria das respostas foram que não 58% e 42%.

Tabela 31 – Problemas de saúde verificados nos entrevistados

	D1	D2	D3	TOTAL
Problemas de saúde:	%	%	%	%
Diabetes e Hipertensão	50	20	30	30
Doenças respiratórias	18	64	18	18
Mobilidade	33	33	33	33
Articulares	25	0	75	25
Psiquiátricos	0	50	50	50
Cardiopatias	20	40	40	40
Dermatite	33	33	33	33
Digestivos	0	40	1	0
Neoplasia	0	33	0	0
Desvios na coluna vertebral	0	0	0	0
Glaucoma	0	10	0	0
Falta de manutenção?				
Sim	10	10	0	0
Não	44	56	0	44
Quais?				
Crise respiratória	0	10	0	0
Dor de cabeça	0	0	0	0
Tontura	0	10	0	0
Náusea	0	10	0	0

Fonte: autora (2023)

6.2. CIDs por números de casos de doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (DRSAI)

Na tabela 32, são apresentados os números de casos de doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (DRSAI) com foco nas doenças de veiculação hídrica. Foram identificados 10 casos de infecção intestinal devido a vírus não especificado e 10 casos de febre viral transmitida por mosquitos nos D1 e D2, ou seja, nas áreas atendidas pelas ETEs Anil (ainda em implantação) e Jaracaty (em funcionamento). Ao considerar a atividade das estações, não houve diferença entre os bairros atendidos e não atendidos pelo tratamento.

Tabela 32 — CIDs por número de casos identificados nos distritos 1, 2 e 3

CID	D1 %	D2 %	D3 %	TOTAL %
10.A09	0	0	1	0
10.A90	0	0	1	0
10.A084	5	0	5	10
10.A085	0	0	1	0
10.A839	5	0	0	0
10.A929	5	0	5	10
10.B064	1	0	0	0
10.B967	0	0	1	0
10.P967	0	0	1	0

Fonte: autora (2023)

De acordo com Lins (2010), parasitas como helmintos e protozoários, podem ter seus ovos e cistos, encontrados no lodo de esgoto. A dose infectante é de apenas um ovo de helminto ou um cisto de protozoário para contaminar um hospedeiro. O tempo de sobrevivência dos helmintos no solo pode variar de meses até 14 anos, e de 10 a 30 dias para protozoários (CESÁRIO SILVA *et al.*, 2001).

Entre os vírus patogênicos de origem doméstica encontrados no lodo estão os rotavírus, astrovírus, calicivírus, reovírus que são os causadores de gastroenterites (ADEME, 1998). A dose mínima infectante é da ordem de 10^2 vírus. O tempo de sobrevivência pode variar de 12 a 100 dias (SANTOS *et al.*, 2004). A partir dessas informações, é possível destacar a importância de haver o tratamento de esgotos e da dependência de sua efetividade para a prevenção de doenças infecciosas. Desse modo, a evitar custos de internação, faltas ao trabalho, escolares e contribuir com a qualidade de vida das populações.

6.3 Condições clínicas dos entrevistados

Na tabela 33, é apresentado o resultado da relação entre as condições clínicas dos moradores dos distritos onde as entrevistas foram realizadas pela autora.

Tabela 33 – Condições clínicas identificadas nos distritos 1, 2 e 3

CARACTERÍSTICAS	D1 %	D2 %	D3 %	TOTAL %
Diabetes e Hipertensão	50	20	30	30
Doenças respiratórias	18	64	18	18
Problemas de mobilidade	33	33	33	33
Problemas articulares	25	0	75	25
Psiquiátricos	0	50	50	50
Cardiopatias	20	40	40	40
Dermatite	33	33	33	33
Problemas digestivos	0	40	1	0
Câncer	0	33	0	0
Glaucoma	0	10	0	0

Fonte: autora (2023)

Os agravos com o maior número de ocorrências foram, respectivamente: transtornos psiquiátricos (50%), cardiopatias (40%), falta de mobilidade (33%), dermatites (33%), diabetes e hipertensão (30%), problemas articulares (25%), como artroses e artrites e por fim, doenças respiratórias (18%), como rinite, sinusite e asma brônquica.

O agravo menos expressivo, que foram as doenças respiratórias são cujos os indivíduos, podem ser os mais afetados devido aos gases odoríferos liberados pelas ETes ou mesmo pela falta do tratamento. Principalmente, para aqueles que tem exposição mais frequente.

Segundo Moraes *et al.*, (2000), o gás sulfídrico é altamente tóxico e irritante atuando sobre o sistema nervoso, os olhos e as vias respiratórias. O grau de intoxicação depende do grau de intoxicação no ar, da duração, da frequência e da suscetibilidade individual.

7 CONCLUSÃO

Os recursos hídricos são importantes para a manutenção das espécies, além do seu potencial econômico. Este trabalho indica que há pontos de contaminação e poluição, que podem comprometer a qualidade das águas dos corpos receptores, ameaçar a biota e interferir na qualidade de vida das populações circunvizinhas. Além de reforçar a necessidade para estudos de monitoramento ambiental dos corpos receptores de ETEs, tendo em vista, a proteção do ambiente e da saúde humana, assim como a importância da realização de estudos de impacto de vizinhança, que incluam abordar a ociosidade das redes de esgoto provocadas pela resistência de moradores das classes mais humildes em conectar suas casas a rede de coleta, os motivos alegados e as medidas que possam ser tomadas para resolver essa problemática que atrasa a universalização do saneamento no Brasil e que favorecem que São Luís ocupe o 15º lugar com o pior serviço de saneamento básico no Brasil entre os 20 municípios com as piores colocações no ranking do saneamento de 2023 divulgado pelo Instituto Trata Brasil com a GO Associados e obteve 5,02 percentuais em indicador de evolução do tratamento total de esgoto em 2021, onde a média nacional foi de 7,85.

Diante do quadro apresentado, observamos a necessidade de expansão dos serviços de saneamento, principalmente do esgotamento sanitário. A participação da população deve ser alinhada através da educação ambiental. Desse modo, esta será esclarecida sobre como as estações interferem em seu meio. A sociedade atual demonstra razoável consciência de que os serviços de saneamento são de vital importância na proteção da saúde, do meio ambiente e na minimização das consequências da pobreza. No entanto, o Brasil ainda enfrenta dificuldades em dispor recursos financeiros para o atendimento dessa demanda crescente, resultando em deficiências em sua cobertura. Do mesmo modo, ainda são incipientes os estudos e as ações de políticas públicas para o saneamento, que associem as falhas do planejamento urbano como a alta densidade populacional, os serviços de saneamento e as condições de saúde populacionais.

Dentre as populações estudadas, observou-se o reflexo da falta de políticas públicas de habitação, de planejamento para a implantação das estações e conscientização de que cuidar do meio ambiente é algo que depende de investimentos mútuos por parte da população e poder público, o que propiciou, o assentamento de moradores no entorno das estações antes, durante e após a fase de implantação, nas duas ETEs estudadas em funcionamento e da ETE em implantação, sendo provável a existência de sobrecarga orçamentária por parte da empresa de saneamento.

REFERÊNCIAS

AMORIM, L. M.; CORDEIRO, J. S. **Impactos ambientais provocados pela ocupação antrópica de fundos de vale**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 2004. Disponível em> <https://docplayer.com.br/9639913-Impactos-ambientais-provocados-pela-ocupacao-antropica-de-fundos-de-vale.html>> [Acesso em: 23 set. 2021].

ALVES, L. A; QUEIROZ, C. M; OLIVEIRA, D. A; BORGES, R. F. Planejamento ambiental e viabilidade da instalação de uma ETE em microbacia urbana em Uberlândia/MG. **Revista Eletrônica Geoaraguaia**. Barra do Garças-MT. V3, n.2, p 263 - 292. 2013. Disponível em> <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/4865/3275>> [Acesso em: 02 dez. 2021].

ABDELMONEIM, R. O. A., MAHDI, R. M. M. E., ELAHMER, R. M. E., ELANSARY, R. A. D., MOHAMED, S. E. W., ABDELGADER, S. H. A., AHMED, S. S. A., & ABDALRHMAN, S. M. A. (2017). Health hazards related to Soba sewage treatment plant, Sudan. **Journal of public health in Africa**, 8 (2), 140-143. Disponível em> <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5812303/>< [Acesso em: 20 ago. 2022].

ALMEIDA et al., Saneamento básico e seus impactos na qualidade ambiental e social: análise do bairro anil localizado na bacia hidrográfica do rio Anil em São Luís – MA. **30º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Natal. 2019. 4p.

ASSUNÇÃO, G. M. A gestão ambiental rumo à economia circular: Como o brasil se apresenta nessa discussão. **Sistemas & Gestão**. 14, pp 223-231. 2019. Disponível em> <https://www.revistasg.uff.br/sg/article/view/1543>> [Acesso em: 02 dez. 2022].

APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th ed. Washington, 1998 > [Acesso em: 17 de março de 2021].

BRASIL. Lei Federal nº6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.** Disponível em >https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm> [Acesso em: 22 de agosto 2022].

BRASIL. Resolução nº001, de 23 de janeiro de 1986. **Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Diário Oficial da União, Brasília, 17 de fevereiro de 1986.** [Acesso em 06 de setembro de 2022]. Seção 1, p.2548-2549. Disponível em ><http://www.ima.al.gov.br/wizard/docs/RESOLU%C3%87%C3%83O%20CONAMA%20N%C2%BA001.1986.pdf>> [Acesso em: 22 de ago. 2022].

BERNET, N.; HABOUZIT, F.; e MOLETTA, R. Use of an industrial effluent as a carbon source for denitrification of a high-strength wastewater. **Applied Microbiology biotechnology**, p. 92-97, 1996. Disponível em ><https://hal.inrae.fr/hal-02695502>> [Acesso em: 05 de set. 2022].

BELLI FILHO, P.; DE MELO LISBOA, H. M. Avaliação de emissões odorantes. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 3, n. ¾, p. 101-106, 1998.

BRASIL. (2005). Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n.º 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.** Disponível em >https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcdaltrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf> [Acesso em: 22 mar. 2022].

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília, 2006. 213. Disponível em > https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf> [Acesso em: 02 ago. 2021].

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. Saraiva, São Paulo. 2007.

BRASIL. Lei nº11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências**. Brasília, 2007. Disponível em>https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm> [Acesso em: 01 de junho de 2021].

BRASIL, **Processos de tratamento de esgotos: guia do profissional em treinamento: nível 1** / Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Brasília: Ministério das Cidades, 2008. Disponível em>https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/receita/processosdetratamentodeesgoto-nivel1.pdf> [Acesso em: 02 de jun. de 2021].

BARTRAM, J; CAIRNCROSS, S. Hygiene, sanitation, and water: forgotten foundations of health. **PLoS Med.** 7, e1000367.2010]. Disponível em><https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1000367>> [Acesso em: 08 de maio de 2022].

BRASIL. (2011). Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n.º 430, de 13 de maio de 2011. **Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n.º 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA**. Diário Oficial da União, Brasília, n.92. Disponível em>

<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. [Acesso em: 22 mar. 2022].

BARROS, I. P. A. F. **Proposta de um sistema de indicadores de desempenhos para avaliação de estações de tratamento de esgotos do Distrito Federal**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos. 228 p., Belo Horizonte, 2013. Disponível em ><https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-96MGWY>> [Acesso em 20 de julho de 2021].

BORTOLI, J. **Qualidade físico-química e microbiológica da água utilizada para consumo humano e dessedentação animal em propriedades rurais produtoras de leite na região do Vale do Taquari/RS**. 2016.152f. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Desenvolvimento) - Centro Universitário Univates, Lajeado, 2017. Disponível em ><https://www.univates.br/bdu/items/b04baebc-7816-427c-af5b-2eb60162f3d8>> [Acesso em 04 de maio de 2021].

BARRON, N. J.; KULLER, M.; YASMIN, Y.; CASTONGUAY, A. C.; CONN, R. J.; COPA, V.; DUNCAN-HORNER, E.; GIMELLI, F. M.; JAMALI, B.; NIELSEN, J. S.; NOVALIA, K. N.; SHEN, P. F.; BROWN, R. R. e DELETIC, A. Towards Water Sensitive Cities in Asia: An Interdisciplinary Journey. **Water Science and Technology [online]**. 2017 v. 76, n. 4. [Acesso em 20 de julho de 2022], p 1150-1157. Disponível em ><https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28876256/>, 2017287; DOI: 10.2166/wst.2017.287. [Acesso em 02 de maio de 2021]. ´

BRASIL, Fundação Nacional de Saúde. **Caderno didático técnico para curso de gestão de sistemas de esgotamento sanitário em áreas rurais do Brasil** / Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2020. 53 p. Disponível em ><https://repositorio.funasa.gov.br/handle/123456789/500>> [Acesso em: 06 de fevereiro de 2021].

BARBOSA, B.G.B., ALMEIDA, S.R., MEIRA, A.C.S., SILVA, D.R.S., MOURA, L.B., PESSOA, T. Identificação dos impactos socioambientais decorrentes da implantação da estação de tratamento de esgoto no Semiárido Paraibano. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, e263101018678, 2021. Disponível em >https://www.researchgate.net/publication/354339612_Identificacao_dos_impactos_socioambientais_decorrentes_da_implantacao_da_estacao_de_tratamento_de_esgoto_no_Semiarido_Paraibano_Identification_of_socioenvironmental_impacts_resulting_from_the_impleme> [Acesso em 04 junho de 2022].

BEARD, V.A., MITLIN, D., 2021. Water access in global south cities: the challenges of intermittency and affordability. 2021. **World Dev.** 1–15. Disponível em ><https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305750X21002400>> [Acesso em:10 de maio 2022].

BLOTTA, K. D, GUIMARÃES, L. L, BRAZ, E.M.Q, MAGENTA, M. A. G, RIBEIRO, R. B. & GIORDANO, F. Diagnóstico de Manguezais Periurbanos após 20 anos de impactos antrópicos. **Research, Society and Development**, 2021;10(1). Disponível em ><https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/10657>> [Acesso em: 10 de maio de 2022].

BRASIL. **Saneamento e doenças de veiculação hídrica – ano base 2019**”. Instituto Trata Brasil. 2021. Disponível em ><https://tratabrasil.org.br/saneamento-e-doencas-de-veiculacao-hidrica-ano-base-2019/>> [Acesso em: 09 de setembro de 2022].

CAVINATTO, V. M. **Saneamento básico: fonte de saúde e bem-estar**. São Paulo: Ed.Moderna, 1992.

CAIRNCROSS, S., & FEACHEM, R. **Environmental Health Engineering in the Tropics: an introductory text**. Chichester: Wiley.1993. Disponível em ><https://www.ircwash.org/resources/environmental-health-engineering-tropics-introductory-text>> [Acesso em: 08 de setembro de 2022].

CESÁRIO SILVA, S.M. **Principais componentes do lodo**. In: VON SPERLING.; ANDREOLI. C.V. FERNANDES, F.:(Ed) **Lodo de esgotos: tratamento e disposição final**. Belo Horizonte. Desa: UFMG, 2001. P. 69-121.2001.

CHAO, I. R. S. **Remoção de fósforo de efluentes de estações de tratamento biológico de esgotos utilizando lodo de estação de tratamento de água**. 2006. 157f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em ><https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-14122006-145950/en.php> > [Acesso em: 11 mai. 2021].

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. São Paulo: CETESB, 2009. 48p.

CESAN - Companhia Espírito-santense de Saneamento. (2013). **Apostila Tratamento de Esgoto**. Disponível em> http://www.cesan.com.br/wpcontent/uploads/2013/08/APOSTILA_TRATAMENTO_ESGOTO.pdf.> [Acesso em:02 de fevereiro de 2022].

CASTANHEIRA, J. P. A.; BAYDUM, V. P. A. Percepção dos Impactos Socioambientais da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) Relatados pelos Moradores do Residencial Olho d'Água, Jaboatão dos Guararapes, PE. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.08, n.03, 876-887. 2015. Disponível em><https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/232709>>Acesso em:06 de maio de 2021].

CONCEIÇÃO, A. O. **Análise da evolução dos indicadores de saneamento e sua relação com saúde pública: Estudo de caso em São Luís – MA**. 2017. 132f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em> <http://www.repositorio.poli.ufrj.br/repdownload.php?arquivo=dissertpoli2115.pdf&fcodigo=4956>> [Acesso em 15 de maio de 2021].

CHAVES, V. S.; E. H. M, SCHNEIDE; LIMA, A. S. P; MENDONÇA, L. C. Desempenho das estações de tratamento do esgoto de Aracaju. **Revista DAE**. núm. 209, vol. 66. P 51-59. janeiro a março de 2018. Disponível em> <http://revistadae.com.br/site/artigo/1699-Desempenho-das-estacoes-de-tratamento-do-esgoto-de-Aracaju->> [Acesso 2 de março de 2022].

COELHO, C.C., BORJA, P. C.; SANTOS, M.E.P. Desigualdades de acesso e qualidade dos serviços de saneamento básico da bacia hidrográfica do rio Camarajipe – Salvador (BA). **Bahia anál. dados**, Salvador, v. 29, n. 2, p.152-173, jul.-dez. 2019. Disponível em> <https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/47255>> Acesso em 12 de junho de 2021].

CARVALHO, J. W. L. T.; MARANGON, F. H.S.; SANTOS, I. Recuperação de rios urbanos: da interdependência e sincronicidade dos processos de desnaturalização em rios e bacias hidrográficas urbanas. **Revista da Universidade de São Paulo**, v 40. 2020. Disponível em> <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/162247>> Acesso em 15 de julho de 2021].

CRUZ, W.L.; RIBEIRO, D.Q.; PEREIRA, E.D. Conflitos de uso e ocupação em áreas de preservação permanente na bacia do rio Anil - São Luís, MA. **Revista Geonorte**, V.11, N.37, p.229-247, 2020. Disponível em> <https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revistageonorte/article/view/7081>> Acesso em:14 de junho de 2021].

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Qualidade da água** [Internet]. Disponível em> <http://www.CETESB.p.gov.br/Agua/rios/curiosidades.asp>.> Acesso em 10 de maio de 2021]

Diário Oficial da União, Brasília, 02 de setembro de 1981. Seção 1, p.16509.BRASIL. Lei nº12.651, de 25 de maio de 2012. BRASILIA. Disponível

em> https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20112014/2012/lei/l12651.htm>
[Acesso em:22 de mar. de 2022].

DE MASCARO, Lucia Elvira Alicia Raffo. A iluminação do espaço urbano. **Arqtexto**. n. 8 (2006), p. 20-27, 2006. Disponível em> <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/22227>> [Acesso em:16 de setembro de 2022].

DAUVIN JC, RUELLET T, DESROY N, JANSON AL. The ecological quality status of the Bay of Seine and the Seine estuary: Use of biotic indices. **Marine Pollution Bulletin**. v.55 (1-6). p. 241–257, 2007. Disponível em> <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X06001445>
[Acesso em:17 de setembro de 2021].

DIRIX, D., ROSSI, F., VAN DER HOEK, H., 2021. Faecal sludge management in Toamasina, Madagascar: emptying - transport - treatment. **J. Environ. Manag.** 281, 111808. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111808>. Disponível em> [Acesso em: 07 de julho de 2021].

ERSAR - Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos; LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil. **Guia de avaliação da qualidade dos serviços de água e resíduos prestados aos utilizadores. 2ª Geração dos sistemas de avaliação**. Lisboa, 2010.

E.P. JORDÃO; ARRUDA, C. **Tratamento de esgotos domésticos**. 6ª ed. Rio de Janeiro: ABES. 2011.

E.P. JORDÃO. **O tratamento de esgoto e a crise hídrica no Brasil**. WEF Fellow. 2015. 48 [Acesso 01 maio de 2022], p. 1-15. Disponível em> https://www.abes-dn.org.br/pdf/28Cbesa/Esgoto_CriseHidrica_Jordao.pdf>
[Acesso em: 07 de julho de 2021].

ESTEVAM, M., SILVA, A.W., SILVA, F.F. Análise Física da Água de entrada no Sistema Agroindustrial de Curtume em Maringá - Paraná. **Ci. e Nat.**, Santa Maria,

v. 41, e16, 2019. Disponível em>
<https://pdfs.semanticscholar.org/ee0a/25e9b24116949e9bc39708bce14051370ec8.pdf>> [Acesso em: 07 de julho de 2021].

EATON, D. A., CLESCERE, S. L., RICE, E. W., GREENBERG, A. E., FRANSON, H, M. A. Standard Methods for Examination of Water & Wastewater: Centennial Edition. Amer Public Health Assn, 21ª edição, 2005> [Acesso em: 07 de maio de 2021].

Fundação Nacional de Saúde - FUNASA (2004). **Avaliação de impacto na saúde das ações de saneamento: marco conceitual e estratégia metodológica**. Organização Pan-Americana da Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 116P. 2004. Disponível em>
<http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38937/AvaliaC3A7ao+de+impacto+na+saude+das+aC3A7oes+de+saneamento.pdf/9d28b0ee-2beb-4976-ab03-4f03b0512a69>> [Acesso em: 6 de novembro de 2022].

FALCÃO, J. C. **Avaliação de Autodepuração do Rio Tambay na cidade de Bayeux - Paraíba/Brasil. 2011**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana), Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba. 101p., João Pessoa, 2011. Disponível em>
<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/5521>> [Acesso em: 20 de fevereiro de 2022].

FERNANDES, A. M. F. **Diagnóstico da qualidade da água subterrânea em propriedade rural no município de Planalto, RS. 2011**. 65f. Monografia – (Licenciatura em Geografia) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2011. Disponível em>
https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/150/TCC_ANGELA_MARIA_FERREIRA_FERNANDES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Acesso em: 20 de fevereiro de 2022].

Fundação Nacional de Saúde - FUNASA (2013). 1º caderno de pesquisa em engenharia da saúde pública. **In Estudos e Pesquisas**. Brasília: Ministério da Saúde, 244 p. Disponível em> http://www.funasa.gov.br/biblioteca-eletronica/publicacoes/estudosepesquisas1//asset_publisher/qGiy9skHw4ar/content/1-caderno-de-pesquisaemengenhariadesaudepublica?inheritRedirect=false. [Acesso em 8 de agosto de 2021].

FERREIRA et al., 2016. Avaliação preliminar dos efeitos da ineficiência dos serviços de saneamento na saúde pública brasileira. **Revista Internacional de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 06, n. 02, p. 214 - 229, jul-dez 2016. Disponível em:> <https://www.epublicacoes.uerj.br/index.php/ric/article/view/24809/19134>> [Acesso em 4 de novembro de 2021].

FABRI, A. N.; SANTOS, J.F.L; SILVA, Q. I.; SILVA, J.P.F. **Análise do sistema de esgotamento sanitário em São Luís do Maranhão, Brasil: um enfoque ambiental**. XV Congresso Nacional de Meio Ambiente. 2018, Poços de Caldas. Disponível em> <http://www.meioambientepocos.com.br/Anais2018/GerenciamentodeResiduosSolidosLiquidos/225.ANALISEDOSISTEMADEESGOTAMENTOSANITARIOEMSÃOLUÍSDOMARANHÃO,BRASIL:UMENFOQUEAMBIENTAL.pdf>> [Acesso em: 15 de maio de 2021]

FERREIRA, N.K.F, RIBEIRO, L.R., SARMENTO, H.B., DIAS, R.N., LIMA, C.F. Resíduos sólidos e coleta seletiva: percepção ambiental dos estudantes do curso técnico em Agroecologia no município de Óbidos – PA. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.8, n.6, p. 48501-48520, jun.,2022. Disponível em> <https://scholar.archive.org/work/xpqjasdlgbnbifmulkhrtb3q/access/wayback/https://brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/download/49792/pdf.>> [Acesso em:02 de julho de 2022].

GIULIANO, R. C.S e GIULIANO, A. D. Impactos de estações de tratamento de esgoto sanitário sob a perspectiva das populações circunvizinhas: estudos de caso na bacia do Piracicaba. **Congresso brasileiro de ciência e tecnologia em**

resíduos e desenvolvimento sustentável. 2004. Santa Catarina. Disponível em>

<https://www.ipen.br/biblioteca/cd/ictr/2004/ARQUIVOS%20PDF/08/08/029.pdf>>
[Acesso em 10 de março 2021].

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. (2016). Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: Síntese de indicadores 2015. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em> www.ibge.gov.br> [Acesso em 18 de junho de 2021].

GOMES, M. F e FERREIRA, L. J. Políticas públicas e os objetivos do desenvolvimento sustentável. **Direito e Desenvolvimento**, João Pessoa, v. 9, n. 2, p. 155-178. 2018. Disponível em> <https://periodicos.unipe.edu.br/index.php/direitoedesenvolvimento/article/view/667>> [Acesso em 17 de junho de 2021].

GRANGEIRO, E. L. A; RIBEIRO, M. M. R; MIRANDA, L.I. B. Integração de políticas públicas no Brasil: o caso dos setores de recursos hídricos, urbano e saneamento. **Cadernos Metrópole [online]**. 2020, v. 22, n. 48, p. 417-434. Disponível em> <https://doi.org/10.1590/2236-9996.2020-4804> > [Acesso em: 22 julho 2022].

GREENBERG, E, A. (Standard Methods: For the Examination of Water and Wastewater. Amer Public Health Assn, 18ª edição, p.1100. 1992. [Acesso em: 22 julho 2022].

HUISMAN, E., UYLINGS, H.B.M., HOOGLAND, P.V. Gender-related changes in Increase of dopaminergic neurons in the olfactory bulb of Parkinson' disease patients. **Mov Disord** 2008; 23(10): 1407-1413. Disponível em> <https://movementdisorders.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/mds.22009>> [Acesso em: 21 julho 2022].

IWANEJKO, R., RYBICKI, S.M., 2008. Zarządzanie ryzykiem dla oczyszczalni ścieków, Gaz, **Woda i technika sanitarna**, n. 2, p. 10-13, 2008. Disponível em>

<https://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.baztech-article-BPP1-0083-0013>> [Acesso em: 21 julho 2022].

JOHNSTONE, D.W.M., HORAN, N.J. Standards, costs and benefits: na international perspective. **Journal of the Institution of Water and Environmental Management**, v. 8, n. 5, p. 450 – 458, 1994. Disponível em> <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1747-6593.1994.tb01136.x> > [Acesso em: 21 julho 2022].

JOHNSTONE, D. W. M., HORAN, N. J. Institutional developments, standards and river quality: a UK history and some lessons for industrialising countries. **Water Science and Technology**, v. 33, n. 3, p.211–222, 1996. Disponível em> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0273122396003149>> [Acesso em: 21 julho 2022].

JOHNSTONE, D.W.M., NORTON, M.R. Development of standards and their economic achievement and regulation in the 21st century. In: **C.I.W.E.M./Aqua Enviro Joint Millennium Conference**. University of Leeds, April, 2000. Disponível em> <https://iwaponline.com/wst/article-abstract/58/10/2001/15365> > [Acesso em: 21 julho 2022].

JORDÃO, E. J.; PESSOA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 6^a edição. Rio de Janeiro: ABES, 2011. v. 1. 994p.

JULIANO, E.F.G.A., MALHEIROS, T.F., MARQUES, R. C. Lideranças comunitárias e o cuidado com a saúde, o meio ambiente e o saneamento nas áreas de vulnerabilidade social. **Ciência & Saúde Coletiva**, 21(3):789-796, 2016. Disponível em> <https://www.scielo.br/j/csc/a/3CfNnrcwjhqD3gmNpnGsqrL/?format=html&lang=pt> > [Acesso em: 12 setembro de 2022].

KIRWAN, B., 1998. Human error identification techniques for risk assessment of high risk systems. **Applied Ergonomics**, Vol. 29 Issue 3, June 1998, pp. 157–177. Disponível em> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003687098000106>>

[Acesso em: 16 de junho de 2022].

KAWANO, M. **Desenvolvimento, validação e aplicação de um modelo matemático para dispersão de poluentes atmosféricos**. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Ambiental – Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2009. Disponível em> <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/86052/193468.pdf?sequence=1>> [Acesso em: 01 de junho de 2022].

LUDOVICE, M. L.; PINTO, M. A. T.; NEDER, K.O. **Controle de odores em estações de tratamento de esgotos**. In. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 19, 1997, Foz do Iguaçu.

LA ROVERE, E. L; D'AVIGOGNON, A; PIERRE, C.V; KLIGERMAN, D.C; SILVA, H.V.O; BARATA, M.M.L. E MALHEIROS, T.M.M. Manual de auditoria ambiental para estações de tratamento de esgotos domésticos. Rio de Janeiro. **Qualitymark**. 145p. 2002. Disponível em> <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-398445>> [Acesso em: 01 de junho de 2022].

MÉTODO DE WINKLER descrito em GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S. & OHNSTAO, M.AM. 1969. Methods for Physical and Chemical Analysis of Freshwaters. I.B.P. Handbook nº 6. Blackwell Scientific Public. Baseado na apostila de Ecologia Geral da Prof. Dra. Takako Matsumura Tundisi, 1984 (UFSCar). Adaptado por Carolina Fiorillo Mariani, 2004. > [Acesso em: 05 de maio de 2021].

MORAES, L.R.S., TOSTA, C.S., QUEIROZ, R.D.B., CADORE, N. Saneamento, educação ambiental e cidadania: A experiência de Pintadas, Bahia, Brasil. VI - SIBESA Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002, Vitória-ES. Anais do VI - SIBESA **Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2002. v. Único. p.18. Disponível em>

https://www.academia.edu/4485867/Saneamento_educa%25C3%25A7%25C3%25A3o_ambiental_e_cidadania_a_experi%25C3%25AAncia_de_Pintadas_Bahia_Brasil> [Acesso em: 01 de junho de 2022].

LINS, G. A. **Impactos ambientais em estações de tratamento de esgoto (ETE)**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Escola Politécnica e de Química. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 286p., Rio de Janeiro, 2011. <https://repositorio.poli.ufrj.br/dissertacoes/dissertpoli491pdf>. > [Acesso em: 01 de maio de 2021].

LIMA, L.S. e SERRA, J. C. V. Avaliação dos impactos ambientais na desativação da estação de tratamento de esgoto brejo Comprido Palmas -TO. **Engenharia Ambiental** - Espírito Santo do Pinhal, v. 13, n. 2 p. 68 -79, jul. /dez. 2016. Disponível em> <http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/include/getdoc.php?id=3255&article=1362&mode=pdf> > [Acesso em: 13 de junho de 2021].

LIMA, S. B. **Avaliação da emissão de gás sulfídrico e os impactos de vizinhança no entorno da estação de tratamento de efluentes, “ETE Norte”, na cidade de Palmas – TO**. 73 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Tocantins, 2020. Disponível em> <http://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/2518>. [Acesso em: 26 de julho de 2022].

METCALF, L. E EDDY, H, P. **Tratamiento y depuración de las aguas residuales**. Ed. labor, SA. 1ed – Calabria- Barcelona. p797.1977.

MENDONÇA, M.J.C., MOTTA, R.S. **Saúde e saneamento no Brasil. planejamento e políticas públicas** (IPEA).2007Jun/Dez;30:15-30. Disponível em> <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/2079>> [Acesso 18 de Setembro de 2022].

MUCELIN, C. A. e BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade & Natureza [online]**. 2008, v. 20, n. 1, pp. 111-

124. Disponível em> <https://doi.org/10.1590/S1982-45132008000100008>> [Acesso 18 de Setembro de 2022].

MARÇAL. D.A e SILVA. C. E. Avaliação do impacto do efluente da estação de tratamento de esgoto ETE-Pirajá sobre o Rio Parnaíba, Teresina (PI). **Eng Sanit Ambient** | v.22 n.4/Jul/ago 2017.761-77. Disponível em> <https://www.scielo.br/j/esa/a/CFkprgYqFCkZrd6PQRgKxLJ/>> [Acesso 18 de junho de 2022].

MOURA, S. R. F., GRIGIO, A. M. & DIODATO, M. A. (2010). Mapeamento e Análise da Vulnerabilidade Natural e Ambiental do Município de Mossoró. **Seminário Nacional de Governança Urbana e Desenvolvimento Metropolitano**, Natal, Rio Grande do Norte. 2010.

MEHLER, V. **Caracterização da população do entorno da Estação de Tratamento de Esgoto Santa Quitéria, a interface com a valorização ambiental e simulação da dispersão atmosférica**. 175f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado Profissional em Meio Ambiente Urbano e Indústria – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2011. Disponível em> <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/27432> > [Acesso 18 de junho de 2022].

MUCCIACITO, J. C.; CORDEIRO, S. A. A saúde afetada pelos odores provenientes do efluente doméstico e o problema dos esgotos a céu aberto. **Revista TAE**. 6 out. 2014. Disponível em> <https://revistadae.com.br/site/noticia/10320Asaudeafetadapelosodoresprovenientes-do-efluente-domestico-e-o-problema-dos-esgotos-a-ceu-aberto>> [Acesso 03 de agosto de 2022].

MORAIS, W. A. *et al.* Qualidade sanitária da água distribuída para abastecimento público em Rio Verde, Goiás, Brasil. **Caderno de Saúde Coletiva**, v. 3, n. 24, p. 361-367, 2016. Disponível em> <https://www.scielo.br/j/cadsc/a/3NF56QxLSXm9zRW6dryvhJs/?lang=pt>> [Acesso 03 de agosto de 2022].

MENDONÇA, S. R e MENDONÇA, L.C. Sistemas sustentáveis de esgoto: orientações técnicas para projeto e dimensionamento de redes coletoras, emissários, canais, estações elevatórias, tratamento e reuso na agricultura [livro eletrônico]. 2ª ed. São Paulo: **Blucher**, 2018. 364p.

MARQUES *et al.* Universalização e integralidade do Serviço público de Esgotamento sanitário no município de São Luís – Maranhão. **Interfaces Científicas**. Aracaju. V.8. N.2 p. 63 – 76. 2020. Disponível em>. <http://periodicos.set.edu.br/saude/article/view/8045>> [Acesso em: 15 de junho de 2021].

NETTO, J. M. A. Cronologia do abastecimento de água (até 1970), **Revista DAE**, Vol 44 n.137. São Paulo, junho de 1984. Disponível em>. http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_137_n_1175.pdf. [Acesso em: 15 de junho de 2021].

NASCIMENTO, L.V., VON SPERLING, M. **Comparação entre padrões de qualidade das águas e critérios para proteção da vida aquática e da saúde humana e animal**. In: XXVI CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, AIDIS, Lima, Anais... Lima: [s.n.], 1 - 6 nov., 1998. NETO, A. R. P; KORN, G. M. Os nutrientes nitrato e nitrito como contaminantes ambientais e alternativas de determinação. Candombá – **Revista Virtual**, p.90-97, 2006.

NYENJE, P.M.; FOPPEN, J.W.; UHLENBROOK, S.; KULABAKO, R.; MUWANGA, A., 2010. Eutrophication and nutrient release in urban areas of sub-Saharan Africa—a review. **Sci. Total Environ.** 408, 447–455. Disponível em>. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969709009632>.> [Acesso em: 15 de junho de 2021].

NYENJE, P.M., FOPPEN, J.W., KULABAKO, R., MUWANGA, A., UHLENBROOK, S., 2013. Nutrient pollution in shallow aquifers underlying pit latrines and domestic solid waste dumps in urban slums. **J. Environ. Manag.**

122, 15–24. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.02.040>. Disponível em>. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23542227/>> [Acesso em: 15 de junho de 2021]].

NETO, F.G e GELINSKI, C. R. O.G. Problemas ambientais decorrentes de estações de tratamento de esgoto (ETEs) em Santa Catarina. **Revista Catarinense de Economia**, v. 2, n. 1. 2018. Disponível em>. <https://apec.pro.br/rce/index.php/rce/article/view/29>> [Acesso em: 15 de março de 2021].

Miyittah *et al.* Assessment of surface water quality status of the Aby Lagoon System in the Western Region of Ghana. **Heliyon**, v. 6, n. 7, 2020. Disponível em>. [https://www.cell.com/heliyon/pdf/S2405-8440\(20\)31310-4.pdf](https://www.cell.com/heliyon/pdf/S2405-8440(20)31310-4.pdf)> [Acesso em: 19 de março de 2022].

OLIVEIRA, S.M.A.C. **Análise de desempenho e confiabilidade de estações de tratamento de esgoto**. Tese (Doutorado em saneamento, meio ambiente e recursos hídricos) - Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Universidade Federal de Minas Gerais, p. 232.2006 Disponível em>. <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/ENGD-6RFQ6F>> [Acesso em: 07 de maio de 2021].

OLIVEIRA, A.J. *et al.* Coliformes termotolerantes: bioindicadores da qualidade da água destinada para consumo humano. In: IV Simpósio em Saúde Ambiental. **Atas de Saúde Ambiental**, v. 3, n. 3, p. 24-29, São Paulo, 2015. <http://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/ASA/article/view/949>> [Acesso em: 01 de agosto de 2021].

OLIVEIRA, G. *et al.* **Ranking do Saneamento. Resultados com base no SNIS 2016**. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2016. Disponível em> <https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2022/09/relatorio-completo-1.pdf>> [Acesso em: 20 de agosto de 2022].

OLIVEIRA, H.; RODRIGUES, M.; SANTOS, I; FRANCISCHETTI, C. Perfil Epidemiológico e Socioeconômico da Ocorrência de Casos de Leptospirose em

Municípios da Baixada Fluminense, Rio de Janeiro, Brasil., 2016. **Enciclopédia Biosfera**. 13. 1479-1491. 10.18677/Enciclopedia_Biosfera_2016_133. Disponível em> https://www.researchgate.net/publication/304455469_perfil_epidemiologico_e_socioeconomico_da_ocorrendia_de_casos_de_leptospirose_em_municipios_da_baixada_fluminense_rio_de_janeiro_brasil> [Acesso em: 01 de junho de 2022].

OMS. UNICEF. **Questões centrais e indicadores para monitorar WASH em unidades de saúde nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2018. Disponível em> <https://washdata.org/sites/default/files/documents/>> [Acesso em 06 de abril de 2021].

PORTO, M.F.M.M. **Educação ambiental: conceitos básicos e instrumentos de ação**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente; DESA/UFMG, 1996.

PELCZAR JR, M.J.; CHAN, E.C.S.; KRIEG, N.R. Microbiologia: conceitos e aplicações. **Pearson Makron Books**, 2005.

PENA, RODOLFO F. ALVES. **“Degradação dos cursos d’água”**. Mundo Educação – Geografia, 2018. Disponível em> <https://m.mundoeducacao.uol.com.br/amp/geografia/degradacao-doscursos-dagua.htm>> [Acesso em 04 de fevereiro de 2021].

POSSETI, R. B., 2015. **Avaliação do impacto ambiental da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) do município de Araraquara – SP no manancial Ribeirão das Cruzes pela utilização de macroinvertebrados aquáticos como bioindicadores**. Dissertação (Mestre em ciências: engenharia hidráulica e saneamento). Escola de engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. 68p., 2015. Disponível em> <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde11052016112455/en.php>> [Acesso em 04 de fevereiro de 2021].

RAK, J., 2003. Methods of Risk Estimates for Water Supply Systems, **Ochrona Środowiska**, Vol. 25, Nr2/2003. [Acesso em 22 de junho de 2022].

RIBEIROS, D. Q DE; DA CRUZ, W. L; PEREIRA, E. D. Levantamento das características hidrodinâmicas dos aquíferos da bacia hidrográfica do rio Anil, São Luís – MA. **Águas Subterrâneas** - Seção Estudos de Caso e Notas Técnicas, 2020. Disponível em><https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/29766>> [Acesso em: 19 de agosto de 2021].

SAWYER, C. N., & MCCARTY, P. L. Chemistry for Environmental Engineering (3rd ed.). New York: **McGraw-Hill Book Co.** 1978.

STERN, A. C.; BOUBEL, R. W.; TURNER, D. B.; FOX, D. L. Fundamentals of air pollution. 3rd ed. **Academic Press**, Orlando, 1994.

SILVA, E.R. **O Curso da Água na História: Simbologia, Moralidade e a Gestão de Recursos Hídricos**. 1998.Tese – (Doutorado em Saúde Pública) .201f, Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 1998. Disponível em>http://www.pickupau.org.br/mundo/curso_agua/O%20Curso%20da%20%C1gua%20na%20Hist%F3ria.pdf. [Acesso em 20 de fevereiro de 2021].

SOUZA, B.B.G. **Caracterização de indicadores sócio-ambientais na bacia do rio Anil, São Luís - MA, como subsídio à análise econômico-ambiental do processo de desenvolvimento**. 2005. 146 f. Curso de pós-graduação em Geociências Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2016. [Acesso: 07 de dezembro de 2022]. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/handle/1/8531>.

SPERLING, M.V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/Universidade Federal de Minas Gerais. 243 p. 2005.

SANTOS, B. S. **Avaliação Técnica de Sistemas de Tratamento de Esgotos**. 208f. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2007. Disponível em>

<https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/handle/123456789/781>> [Acesso em: 15 de agosto de 2022].

SMOL, J. P., CARABALLO, P. Pollution of lakes and rivers: a paleoenvironmental perspective. **Bulletin of Marine Science**, v. 83, n. 2, p. 438, 2008.

SOUSA, F. S. **Comissão de Serviços de Infraestrutura do Senado Federal Saneamento Básico – Situação do País e Propostas de Soluções Terceiro Desafio: Infraestrutura e Políticas Públicas**. 2009. Apostila, Brasília: Senado Federal. 2009.

DOS SANTOS, F. G. **Audiências Públicas Administrativas no Direito Brasileiro**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2015, p.203. Disponível em> <https://core.ac.uk/download/pdf/79137003.pdf>> [Acesso em: 05 de junho de 2022].

SEE - Secretaria de Energia do Estado de São Paulo. **A Iluminação Pública – Guia do Gestor**. São Paulo: CEPAM, 2013. 36f. Disponível em >http://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br/portalsev2/intranet/BiblioVirtual/eletrica/Cartilha_Iluminacao_Publica.pdf. [Acesso em: 14 fevereiro de 2023].

SILVA *et al.* Avaliação integrada da qualidade de águas superficiais: grau de trofia e proteção da vida aquática nos rios Anil e Bacanga, São Luís (MA). **Eng Sanit Ambient** | v.19 n.3 | jul/set 2014 | 245-251. Disponível em> <https://www.scielo.br/j/esa/a/ttPBpP8MtnXbbCnv7XvZdqk/>. Acesso em: 21 de maio de 2022].

SIQUEIRA, G. E., GALLIZA, R. T., SOBRINHO, R. A. Saneamento, mobilização social e educação ambiental: relato de experiência na comunidade rural de Mocambo (Seabra-BA). **XXIX Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, da ABES, XXVIII Encontro Técnico AESabesp e a XXVIII Feira Nacional de Saneamento e Meio Ambiente – FENASAN**. São Paulo. 2017. Disponível em>educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/433726/1/Ebook-Engenharia-Sanitaria-e-Ambiental.pdf.> [Acesso em: 20 de maio de 2022].

SALDIVA, P. **Vida urbana e saúde: Os desafios dos habitantes das metrópoles**. 1ª ed. São Paulo. Contexto, (1 fevereiro 2018). 128 p.

SILVA, M. H. C; LIMA, L. N. F; SILVA, C. L; SILVA, B. V; TAVARES, H. S. A; FALÇÃO, W. H. R; SOUSA, M. L.P.S; LIMA, S.C. Resíduos sólidos: o uso da gestão ambiental como ferramenta para o manejo adequado do lixo urbano. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n. 11, p. 85668-85677, 2020. Disponível em> <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/19447>> [Acesso em:21 de julho de 2022].

SAINI, A. *A report on analysis of sewage treatment plant at Rai in Sonipat Region*. Department of environment engineering. **Delhi Technological University** 2020/2021. Disponível em> <http://dspace.dtu.ac.in:8080/jspui/handle/repository/18960>> [Acesso em:21 de julho de 2022].

SILVA, M. T. S.; SILVA, R. F.; MOTA, J. M. F.; CARVALHO, R. M. C. O. C., 2021. Limites geográficos da pluma de odor da Estação de Tratamento de Esgotos de Curado, Recife-PE, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade** 8(18): 635-652. 2021. Disponível em> <http://revista.ecogestaobrasil.net/v8n18/v08n18a42a.html>> [Acesso em:22 de fevereiro de 2021].

VALDERRAMA, J. C. The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorous in natural waters. *Marine chemistry*, v.10, p.109-222. 1981 > [Acesso em: 20 de fevereiro de 2021].

VON SPERLING, M., CHERNICHARO, C.A.L. A comparison between wastewater treatment processes in terms of compliance with effluent quality criteria standards. In: **XXVII CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL**, Porto Alegre. Anais, Porto Alegre: AIDIS, 2000.

VON SPERLING, M.; FATTAL, B., 2001. Implementation of guidelines: some practical aspects. In: FEWTRELL, L; BARTRAM, J. (Org.). Water quality: guidelines, standards and health. Assessment of risk and risk management for water-related infectious disease. Londres: **IWA Publishing**, p. 361-376, 2001.

VON SPERLING, M., CHERNICHARO, C.A.L., 2002. Urban wastewater treatment Technologies and the implementation of discharge standards in developing countries. **Urban Water**, v. 4. p. 105-114, 2002. Disponível em> <https://floram.org/article/doi/10.4322/floram.2011.003>. [Acesso em: 21 de julho de 2021].

VAEZA, R. F. et al. Uso e Ocupação do Solo em Bacia Hidrográfica Urbana a Partir de Imagens Orbitais de Alta Resolução. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 23-29, 2010. Disponível em> <https://floram.org/article/doi/10.4322/floram.2011.003>> [Acesso em: 09 de maio de 2021].

VENSON, A. H., RODRIGUES, K. C. T. T., & CAMARA, M. R. G. DA., 2017. Evolução da distribuição espacial do acesso aos serviços de saneamento básico nos municípios do Estado da Bahia, nos anos de 2006 e 2012. **Ensaio FEE**, Porto Alegre, 38, 107–134. 2017. Disponível em><https://revistas.planejamento.rs.gov.br/index.php/ensaios/article/view/3587>. Acesso em: 08 de maio de 2022].

VALANDRO, R.R.; FREES, D.; BÜTTENBENDER, P.L.; MUELLER, A.A., 2022. Êxodo rural e o desenvolvimento local do município de Pejuçara/RS. **XXVII Jornada de Pesquisa. 2022**. Santa Rosa. Disponível em > <https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/view/22485>> Acesso em 02 de novembro de 2022].

WESTSTRATE, J., GIANOLI, A., ESHUIS, J., DIJKSTRA, G., COSSA, I.J., RUSCA, M., 2019. The regulation of onsite sanitation in Maputo, Mozambique. **Util. Pol.** 61, 100968. Disponível em> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957178719303212>>

Acesso em: 21 de junho de 2022].

YANG, L; WEY, J; QI, J. ZHANG, M., 2022. Effect of sewage treatment plant Effluent on water quality of zhangze reservoir based on EFDC Model Frontier **Environmental Science**. V10. Disponível em em>. https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2022.874502/full?utm_source=dlvr.it&utm_medium=twitter [Acesso em 07 de julho de 2022].

YESAYA, M., TILLEY, E., 2021. Sludge bomb: the impending sludge emptying and treatment crisis in Blantyre, Malawi. **J. Environ. Manag.** 277, 111474. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111474>. Disponível em> <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479720313992> [Acesso em: 07 de julho de 2022].

WWC - **World Water Council. Start With Water: Putting water on local action agendas to support global change.** Marseille: 2018.

ANEXOS

ANEXO A - FORMULÁRIO PARA ENTREVISTA COM A POPULAÇÃO DO ENTORNO DAS ETES.

Formulário Moradores do Entorno de Estações de Tratamento de Esgoto

Este questionário tem por objetivo avaliar a satisfação dos moradores no entorno das ETES. Os resultados serão utilizados para elaboração de Dissertação da UFMA.

Local da entrevista: _____

Data: / /

I. Identificação

1.Nome: _____

2.Sexo: () feminino () masculino

3.Raça/cor: () negra () branco () pardo () indígena () amarela () não respondeu

4.Endereço: _____

5. Posição estrutura familiar: () pai () mãe () filho

6. Quantas pessoas residem na casa: ()

II. Condições Socioeconômicas

1.Tipo do imóvel:

() residencial próprio () residencial alugado

() comercial próprio () comercial alugado

Outro: _____

2. Faixa etária dos moradores:

() 0 a 5 anos () 26 a 40 anos

() 6 a 12 anos () 41 a 60 anos

() 13 a 18 anos () mais de 60 anos

() 19 a 25 anos

3. Nível de Escolaridade dos Moradores:

() ensino fundamental completo () ensino fundamental incompleto

() ensino médio completo () ensino médio incompleto

() ensino superior completo () ensino superior incompleto

Outro: _____

4. Qual a sua ocupação?

5. Qual a sua renda familiar?

III. Estrutura domiciliar e urbanidade

1. Tempo de residência:

() menos de 5 anos () de 15 a 20 anos

() de 5 a 10 anos () mais de 20 anos

() de 10 a 15 anos

2. Procedência da família:

3. Motivo da vinda para o local:

4. Qual a qualidade dos serviços de abastecimento de água?

☐ ruim ☐ muito ruim ☐ regular ☐ boa ☐ ótima ☐ não há esse serviço

Qual a qualidade dos serviços de esgoto:

☐ ruim ☐ muito ruim ☐ regular ☐ boa ☐ ótima ☐ não há esse serviço

5. Qual a qualidade dos serviços de coleta de lixo:

☐ ruim ☐ muito ruim ☐ regular ☐ boa ☐ ótima ☐ não há esse serviço

Em caso de não haver o serviço, qual o destino dos resíduos sólidos?

6. A sua rua possui iluminação pública?

☐ sim ☐ não

7. Como é a satisfação quanto ao transporte público?

ruim ☐ muito ruim ☐ regular ☐ boa ☐ ótima ☐

8. A sua residência fica próxima a outras fontes potenciais de incômodos (indústrias, usinas, lixões, cemitérios)?

☐ sim ☐ não

Qual: _____

9. quantos cômodos possui a sua casa?

10. Quais/quantos desses itens existem em sua residência:

☐ máquina de lavar ☐ computador/notebook ☐ internet wi-fi ☐ ☐ carro

☐ motocicleta ☐ bicicleta ☐ celular/ smartphone ☐ empregada mensalista

☐ forno micro-ondas ☐ secadora de roupas ☐ geladeira ☐ freezer

IV. Aspectos Socioambientais

8. Com relação ao odor, você sente algum odor proveniente da ETE;

☐ sim ☐ não

9. Qual a intensidade do cheiro:

☐ fraco ☐ muito fraco ☐ forte ☐ muito forte

10. Qual horário o odor é mais forte:

☐ manhã ☐ tarde ☐ noite ☐ o dia todo

11. Com que frequência você percebe o odor proveniente da ETE?

☐ raramente ☐ diariamente ☐ semanalmente ☐ mensalmente

12. Com relação as inundações na época de chuvas você sente algum odor proveniente da ETE.

☐ sim ☐ não

V. Saúde

1. Principais problemas verificados (na família ou pessoa):

2. Já teve caso de doença causada pela falta de manutenção da Estação de Tratamento?

☐ Sim ☐ Não

Qual/quais? _____

3. A residência possui tratamento de esgoto ou fossa?

Tratamento de esgoto: ()

Fossa: ()

4. O que tem feito para minimizar a situação?

5. Se sente prejudicado de alguma maneira pela Estação? De que forma?

() Sim () Não

6. Qual a importância da Estação de Tratamento?

7. Quem são os beneficiados pelo funcionamento dela?

VI. Avaliação em relação às questões ligadas às empresas de saneamento e ao tratamento de esgotos

1. Qual conhecimento você tem sobre a empresa de saneamento?

2. Como classifica a qualidade dos serviços prestados pela empresa?

() boa () ótima () ruim () muito ruim () regular

3. Como classifica as tarifas cobradas pela empresa?

() justa com o serviço prestado () baixo valor para a qualidade do serviço

() alta para a qualidade do serviço prestado

4. Qual a sua percepção sobre o problema do esgoto?

5. Quais impactos positivos e negativos ao ambiente e saúde acha que foram gerados com a fundação da ETE?

6. Quais impactos positivos e negativos ao ambiente e a saúde acha que foram gerados com a operação da ETE?

7. Quais riscos à saúde você acha que devem existir com a ausência dos serviços da ETE?

8. Quais riscos ao ambiente você acha que devem existir com a ausência dos serviços da ETE?

9. Qual meio de comunicação você utiliza para obter informações sobre saneamento e a CAEMA?
-

10. Quais cuidados você tem de higiene diariamente a fim de evitar doenças?
- () lavar as mãos antes e após as refeições () filtrar ou ferver a água antes de beber
- () lavar as mãos após ir ao banheiro () Tomar banho diariamente
- () Higienizar frutas, legumes e verduras antes de consumi-los
- () Escovar os dentes diariamente
- () Lavar as mãos após manusear o lixo

VII. Estrutura político-cultural

1. Atua em associações comunitárias?
- () sim () não
2. Qual a área de atuação das associações?
- () filantrópica () social () desportiva
- () culturais () união de moradores () clube de mães
3. Qual a sua avaliação de êxitos alcançados pelas associações?
- () boa () ótima () ruim () muito ruim () regular
4. A presença da Estação de Tratamento alguma vez já foi discutida na associação ou em audiência pública?
- Sim () () Não
5. Já houve algum conflito em relação a empresa e os moradores?
- Sim () () Não
6. Caso afirmativo, como foi resolvido?
-
7. Qual classe social você julga pertencer?
- () Classe A (quem ganha mais de 20 salários mínimos)
- () Classe B (de 10 a 20 salários mínimos)
- () Classe C (de 4 a 10 salários mínimos)
- () Classe D (de 2 a 4 salários mínimos)
- () Classe E (recebe até 2 salários mínimos)

ANEXO B :TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar o (a) senhor (a) a participar como voluntário (a) da pesquisa sobre **Implantação e operação dos serviços de tratamento de esgotos na bacia hidrográfica do Rio Anil: Problemas ambientais e impactos na saúde das comunidades urbanas adjacentes**. A Pesquisa tem como objetivo analisar a implantação e operação dos serviços de tratamento de esgotos sanitários, os problemas ambientais e os impactos na saúde das comunidades residentes nos bairros que são circunvizinhos a bacia hidrográfica do Rio Anil, localizada em São Luís, Estado do Maranhão.

A Pesquisa se destina a ser realizada com pessoas com idade mínima de 18 anos, sendo estes moradores das regiões afetadas pela ETE e funcionários da empresa de saneamento. Assim, caso o (a) senhor (a) aceite participar desta pesquisa, serão feitas as seguintes atividades com você:

- Perguntas sobre sua situação socioeconômica (escolaridade, sexo, idade, residência);
- Perguntas que visam identificar o nível de conhecimento que você possui sobre a temática proposta;
- Perguntas sobre se incômodos são gerados pela atividade das ETEs e quais são estes;
- Perguntas que avaliam o grau de satisfação em relação a qualidade dos serviços prestados pela empresa de saneamento.
- Perguntas sobre hábitos e práticas de higiene e em relação a coleta de lixo e destino dos esgotos;
- Perguntas sobre a prática de participação em ações sociais e/ou ambientais voltadas à temática;
- Perguntas sobre o nível de conhecimento com relação aos riscos na saúde e no ambiente na ausência e presença dos serviços de tratamento de esgoto.
- Perguntas sobre se já adoeceu por doença devido à falta de saneamento ou em decorrência da atividade da estação de tratamento de esgoto.
- Perguntas sobre quais meios de comunicação utiliza para obter informações sobre o saneamento e sobre a empresa de saneamento.

- Perguntas que visam encontrar soluções para os possíveis problemas apontados.

Esta pesquisa tem como risco a sensação de incômodo relacionada às perguntas que serão feitas. Contudo, caso queira, o (a) senhor (a) pode deixar de responder as questões, bem como as responde em outro momento, se achar necessário, após um breve conhecimento sobre o assunto se achar melhor contribuir desta forma. Tenha ciência que todas as informações passadas não serão identificadas resguardando-o de qualquer situação desconfortável causada pelo dado de sua opinião.

Para participar deste estudo o (a) senhor (a) não terá custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. E que o fato de não participar não trará qualquer penalidade, assim como terá acesso a qualquer informação sobre a pesquisa, caso deseje, estando os resultados da mesma forma a disposição quando finalizada. Saiba que a Pesquisa oferece total sigilo e confidencialidade das informações coletadas e o (a) senhor (a) não será identificado (a) em nenhuma publicação produzida com dados deste estudo.

Se o (a) senhor (a) sofrer qualquer insulto, agravo ou consequência negativa resultante da sua participação nesta pesquisa, ou se acreditar que não tenha sido tratado razoavelmente. É garantido o direito a indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, conforme o Art. 9 da Resolução 510 do Conselho Nacional de Saúde, poderá entrar em contato com os pesquisadores responsáveis por esta pesquisa (listados abaixo) em horário comercial, no período de 8 às 12 horas e de 14 às 18 horas.

Caso tenha dúvidas em relação aos procedimentos éticos de pesquisas realizadas com seres humanos, você poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), para o qual este Estudo foi enviado para fins de análise ética. Os Comitês de Ética em Pesquisa são colegiados interdisciplinares e independentes, de relevância pública, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, criados para garantir a proteção dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) fica localizado na Avenida dos Portugueses, 1966, Vila Bacanga, São Luís,

Maranhão, CEP 65.080-805 e tem o seguinte contato via e-mail: cepufma@ufma.br.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelos pesquisadores e a outra será fornecida ao senhor (a). Os dados coletados no Estudo ficarão arquivados com os pesquisadores por um período de cinco anos. Decorrido este tempo, os documentos serão devidamente avaliados e terão, em seguida, sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos. A sua aceitação em participar desta pesquisa implicará na sua rubrica em todas as páginas e na sua assinatura na última página deste termo.

☐ **Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.**

São Luís, _____ de _____ de 2021.

Assinatura do Participante

Assinatura do (a)Pesquisador (a)

Identificação dos Pesquisadores Responsáveis:

Ana Kate Abreu Mendonça, Oceanógrafa e Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente da Universidade Federal do Maranhão

Endereço: **Praça Madre Deus nº 02 - 2º andar, Bairro Madre Deus - São Luís – Maranhão.**

CEP: **65025-560**

Fone: **(98) 98706-6705**

E-mail: **kate.ana@discente.ufma.com**

Antônio Carlos Leal de Castro, Engenheiro Agrônomo e Professor Doutor do Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente da Universidade Federal do Maranhão

Endereço: **Praça Madre Deus nº 02 - 2º andar, Bairro Madre Deus - São Luís – Maranhão.**

CEP: **65025-560**

Fone: **(98) 9993-4644**

E-mail: **alecufma@yahoo.com**

