



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ – UESPI
CENTRO DE TECNOLOGIA E URBANISMO - CTU
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Francisco das Chagas Moura Junior

**INFLUÊNCIA DO SANEAMENTO BÁSICO NA SAÚDE
PÚBLICA.
ESTUDO DE CASO NO BAIRRO SÃO SEBASTIÃO,
TERESINA, PIAUÍ.**

Teresina - PI
2025

FRANCISCO DAS CHAGAS MOURA JUNIOR

**INFLUÊNCIA DO SANEAMENTO BÁSICO NA SAÚDE
PÚBLICA.
ESTUDO DE CASO NO BAIRRO SÃO SEBASTIÃO,
TERESINA, PIAUÍ.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de
Bacharelado em Engenharia Civil da
Universidade Estadual do Piauí
(UESPI), como requisito parcial para
a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Civil.

Orientador(a): Dr^a. Margarita Maria
López Gil.

TERESINA

2025

M929i Moura Júnior, Francisco Das Chagas.

Influência do saneamento básico na saúde pública : estudo de caso no bairro São Sebastião, Teresina, Piauí / Francisco das Chagas Moura Júnior. - 2025.

63 f.: il.

Monografia (graduação) - Bacharelado em Engenharia Civil, Universidade Estadual do Piauí, 2025.

"Orientadora: Prof.^a Dra. Margarita Maria López Gil".

1. Saneamento Básico. 2. Saúde Pública. 3. Doenças de Veiculação Hídrica. 4. Bairro São Sebastião. I. Gil, Margarita Maria López . II. Título.

CDD 628

TERMO DE APROVAÇÃO

FRANCISCO DAS CHAGAS MOURA JÚNIOR

**INFLUÊNCIA DO SANEAMENTO BÁSICO NA SAÚDE PÚBLICA. ESTUDO DE CASO NO
BAIRRO SÃO SEBASTIÃO, TERESINA, PIAUÍ.**

Trabalho de Conclusão de Curso, TCC, submetido à Graduação de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Piauí — UESPI, Campus Torquato Neto, como requisito para obtenção do título de Bacharelado em Engenharia Civil. Trabalho apresentado à Banca Examinadora em 14/11/2024.

Dr^a. Margarita Maria López Gil - UESPI

Orientadora.

Dr^a. Josélia de Carvalho Leão - UESPI

Avaliador Interno.

MSc. Marina Luz da Silva
Avaliador Externo.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a todas as pessoas que ajudaram na minha formação. Em especial ao meu Pai e minha Mãe por todos os ensinamentos. Aos meus amigos de curso que levarei para toda a vida. A minha Esposa e Filha e, em especial, à Professora Margarita por toda a paciência que teve comigo na confecção do trabalho.

AGRADECIMENTOS

A jornada até o fecho deste Trabalho de Conclusão de Curso foi repleta de desafios, aprendizados e crescimento pessoal. Nada disso teria sido possível sem o apoio e incentivo de tantas pessoas especiais, às quais expresso minha mais profunda gratidão.

Primeiramente, agradeço a Deus pela força e perseverança em cada etapa. Aos meus pais, pelo amor incondicional, apoio inabalável e pelos valores que me guiaram até aqui. À minha família, por cada palavra de incentivo e compreensão nos momentos difíceis.

Aos meus amigos, que estiveram ao meu lado nos momentos de estresse e incerteza, oferecendo apoio e motivação. À minha equipe de trabalho e colegas de curso, pelo compartilhamento de conhecimento e experiências que enriqueceram minha caminhada acadêmica.

Sou imensamente grato a minha orientadora, à professora Margarita, no qual aceitou me orientar neste trabalho mesmo com todas as suas obrigações. Sua paciência, dedicação e apoio foram essenciais ao longo do processo. Aprendi muito com sua orientação, e seu auxílio foi fundamental para a realização deste projeto. Aos professores que, ao longo da jornada, compartilharam seu conhecimento e despertaram em mim a paixão pelo aprendizado. Sou imensamente grato!

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização deste projeto. Sem vocês, este sonho não teria se tornado realidade.

RESUMO

Este estudo tem como objetivo analisar a influência do saneamento básico na saúde pública do bairro São Sebastião, em Teresina-PI, no período de 2011 a 2023. Foram avaliados os indicadores de abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos e drenagem urbana, comparando-os com a taxa de internações por doenças relacionadas ao saneamento. Os resultados indicam que, apesar das melhorias no abastecimento, coleta de resíduos e drenagem no bairro São Sebastião, a taxa de internações seguiu em alta, destacando a coleta e o tratamento de esgoto como os principais fatores para a piora da saúde pública. A taxa de internações continuou a crescer, no período analisado, sugerindo que a falta do sistema de esgotamento sanitário e as condições precárias de drenagem foram fatores determinantes para a manutenção dos problemas de saúde. A falta de separação entre os sistemas de esgoto e drenagem resultou na contaminação da água e na proliferação de doenças, agravando os riscos sanitários. Diante desse cenário, recomenda-se a ampliação dos investimentos em esgotamento sanitário e drenagem urbana, a implantação de medidas preventivas de saúde, o monitoramento constante da qualidade da água e o fortalecimento de campanhas de conscientização sobre o descarte adequado de resíduos. O comparativo do comportamento entre o bairro São Sebastião e a cidade de Teresina evidencia diferenças significativas da saúde pública em função da situação dos indicadores do saneamento básico. Enquanto Teresina manteve os índices de atendimento com a infraestrutura de saneamento básico em níveis razoáveis, o que incidiu positivamente na saúde pública, diminuindo as taxas de internações, o bairro São Sebastião, mesmo com alguns indicadores do saneamento básico melhorados durante o período analisado registrou um aumento progressivo das taxas de internações, com taxas mais altas que as apuradas para Teresina, impactando negativamente a salubridade da região. O bairro São Sebastião apresentou avanços na infraestrutura, mas as deficiências no sistema de esgotamento sanitário afetam a saúde pública, ao contrário do que ocorre em Teresina, onde há uma estrutura mais consolidada e taxas de internação mais controladas.

Palavras-chave: saneamento básico, doenças de veiculação hídrica, saúde pública, bairro São Sebastião.

ABSTRACT

This study aims to analyze the influence of basic sanitation on public health in the São Sebastião neighborhood, in Teresina-PI, from 2011 to 2023. The indicators of water supply, sewage disposal, solid waste collection, and urban drainage were evaluated, comparing them with the hospitalization rate for diseases related to sanitation. The results indicate that, despite improvements in water supply, waste collection, and drainage in the São Sebastião neighborhood, the hospitalization rate continued to rise, highlighting waste collection and sewage treatment as the main factors for the deterioration of public health. The hospitalization rate continued to rise during the analyzed period, suggesting that the lack of a sewage system and poor drainage conditions were determining factors in the persistence of health problems. The lack of separation between the sewage and drainage systems resulted in water contamination and the proliferation of diseases, exacerbating health risks. Given this scenario, it is recommended to increase investments in sewage and urban drainage systems, implement preventive health measures, continuously monitor water quality, and strengthen awareness campaigns on proper waste disposal. The comparison of the behavior between the São Sebastião neighborhood and the city of Teresina highlights significant differences in public health due to the state of basic sanitation indicators. While Teresina maintained reasonable levels of basic sanitation infrastructure, which positively impacted public health by reducing hospitalization rates, the São Sebastião neighborhood, despite some improvements in basic sanitation indicators during the analyzed period, recorded a progressive increase in hospitalization rates, with rates higher than those recorded for Teresina, negatively affecting the region's health. The São Sebastião neighborhood showed improvements in infrastructure, but deficiencies in the sewage system affect public health, unlike in Teresina, where there is a more consolidated structure and more controlled hospitalization rates.

Keywords: basic sanitation, waterborne diseases, public health, São Sebastião.

LISTAS DE FIGURAS

	Pag.
Figura 01 Disponibilidade de saneamento básico nas regiões brasileiras, no período 1989 – 2017.....	19
Figura 02 Localização da área de estudo – bairro São Sebastião.....	29
Figura 03 Imagem satélite com a delimitação do bairro São Sebastião e adjacências, Teresina-PI.....	30
Figura 04 Mapa da rede de distribuição de água do bairro São Sebastião....	35
Figura 05 Deposição irregular de lixo na rua Antônio Rodrigues, bairro São Sebastião, zona Sudeste.....	38
Figura 06 Resultado de queimada ocorrida na rua Professor Camilo Filho, bairro São Sebastião, zona Sudeste.....	38
Figura 07 Rua Dezoito, Bairro São Sebastião mostrando uma grande poça d'água no meio da via, durante as chuvas no mês de agosto de 2023.....	41
Figura 08 Rua Apinagé, bairro São Sebastião mostrando uma grande poça d'água no meio da via, durante as chuvas no mês de agosto de 2023.....	41
Figura 09 Condições média de drenagem das SDUs e Teresina Vs taxa de interações.....	55

LISTAS DE TABELAS

	Pag.
Tabela 01 População estimada do bairro São Sebastião no período estudado.....	33
Tabela 02 Escala definida para frequência de alagamentos, inundações, enchentes.....	42
Tabela 03 Escala definida para a qualidade das estruturas de drenagem.....	43
Tabela 04 Valores atribuídos para o serviço de drenagem na área em estudo.....	44
Tabela 05 Atendimento de água, esgotamento sanitário, coleta de resíduo sólido e taxa de internações de Teresina e Bairro São Sebastião no período 2010 - 2019.....	57

LISTA DE GRÁFICOS

	Pag.
Gráfico 01 Quantidade de pessoas atendidas por doenças oriundas por falta de saneamento na UPA do Renascença no período estudado.....	34
Gráfico 02 Estimativa de indicador de atendimento com abastecimento de água para o bairro São Sebastião no período 2011-2023.....	36
Gráfico 03 Estimativa de atendimento com coleta de resíduo sólido (%) no bairro São Sebastião no período de 2011-2023.....	40
Gráfico 04 Atendimento de abastecimento de água potável Vs quantidade de internações.....	46
Gráfico 05 Atendimento com abastecimento de água (%) Vs quantidade de internações em Teresina e bairro (2011-2019)	47
Gráfico 06 Atendimento de coleta de esgoto sanitário Vs quantidade de internações em Teresina.....	49
Gráfico 07 Atendimento com coleta e tratamento de esgoto (%) Vs quantidade de internações em Teresina e bairro (2011-2019) ...	50
Gráfico 08 Atendimento de coleta de resíduos sólidos Vs quantidade de internações no bairro São Sebastião.....	51
Gráfico 09 Atendimento com coleta de resíduos sólidos (%) Vs quantidade de internações em Teresina e bairro (2011-2019) ...	53
Gráfico 10 Condição média de drenagem do bairro São Sebastião, por área Vs quantidade de internações.....	54

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
CESBs	Companhias Estaduais de Saneamento Básico
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IENT	Instituto de Ensino Superior de Teresina
LNS	Lei Nacional de Saneamento
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PLANASA	Plano Nacional de Saneamento
PLANSAB	Plano Nacional de Saneamento Básico
SUS	Sistema Único de Saúde
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para a Infância

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	16
2.1 Geral.....	16
2.2 Específicos	16
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
3.1 Histórico do Saneamento no Brasil.....	17
3.2 Saneamento Básico	21
3.3 Sistema de Limpeza Urbana e manejo de Resíduos Sólidos.....	27
3.4 Doenças de Veiculação Hídrica	28
4. METODOLOGIA	30
4.1 Local de Estudo	30
4.2 Levantamento de Informações	32
5. ANÁLISE DE RESULTADOS.....	46
5.1 Abastecimento de Água	46
5.2 Esgotamento Sanitário: Coleta e Tratamento.....	49
5.3 Resíduos sólidos: Coleta e destinação.....	52
5.4 Condições de Drenagem	54
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	59
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento urbano, a população passou a necessitar cada vez mais dos serviços de saneamento básico, uma vez que as cidades foram desenvolvendo-se desordenadamente, sem um sistema de saneamento básico adequado, produzindo resíduo sólido descartável, sem a devida preocupação com a sua deposição em local apropriado. Este fato ocasionou diversos problemas à sociedade, como riscos para a saúde pública, devido à proliferação de animais transmissores de doenças, à contaminação dos solos e lençóis freáticos por causa dos resíduos provenientes da decomposição orgânica do resíduo sólido, bem como, entupimento das redes de drenagem urbana que provoca alagamentos (Pena, 2015).

Ainda é possível encontrar na sociedade, em pleno século XXI, doenças como diarreia, febre amarela, dengue, entre outras que eram comuns nos anos de miséria do Brasil infectando a sociedade. Por tudo isto, o impacto que a falta de saneamento ocasiona na saúde pública é um fator que merece ser discutido.

Uma das principais causas da mortalidade da população, por falta de saneamento básico, são as doenças ocasionadas por veiculação hídrica, onde segundo Freitas (1999), o comprometimento da qualidade da água pela contaminação por esgotos domésticos, muitas vezes lançados no ambiente sem tratamento prévio, implica, entre outras consequências, o aumento da incidência de doenças de veiculação hídrica, como cólera, diarreia, amebíase e esquistossomose. Essa preocupação assume proporções mais graves em países ou regiões onde é maior a pobreza. Nos países em desenvolvimento, 90% das doenças infecciosas são transmitidas pela água. No Brasil, em 2017, essa incidência de internações por doenças associadas à falta de saneamento foi de 12,46 internações por 10 mil habitantes. Dessas doenças, a dengue é responsável pela maior quantidade de internações (Garcia; Ferreira, 2017).

A falta de infraestrutura adequada para o tratamento de água e esgoto e coleta de resíduos sólidos, é um dos principais fatores que contribuem para a propagação de doenças, especialmente em áreas urbanas densamente povoadas. Sem sistemas eficientes de coleta e tratamento, os resíduos são despejados em rios, lagos e lençóis freáticos, contaminando fontes de água potável. Essa contaminação facilita a disseminação de doenças como cólera, diarreia, hepatite e outras infecções

causadas por bactérias e parasitas. Além disso, a exposição constante a ambientes insalubres compromete a saúde pública e aumenta a carga nos sistemas de saúde.

No Piauí, por exemplo, como em grande parte do país, é comum percorrer os bairros da capital (Teresina) e encontrar resíduos espalhados, lixões clandestinos, depósitos de materiais de construção irregulares, embora exista uma Política Municipal de Saneamento Básico, esta não é aplicada, muitas vezes por falta de fiscalização dos órgãos responsáveis. Toda essa situação interfere na saúde pública da população, já que proporciona o surgimento de pragas, proliferação de doenças, sem contar com a poluição visual da cidade. Esta situação é encontrada, também, no bairro objeto de estudo. Locais com deposição irregular de lixo, ruas que utilizam as sarjetas para escoamento de esgotamento sanitário, bueiros entupidos com lixo se tornam reflexo da não aplicação de uma Política Municipal de Saneamento Básico adequada.

O saneamento básico é uma das questões fundamentais para o desenvolvimento sustentável de uma sociedade. É uma área que abrange diversas ações e intervenções, como o fornecimento de água potável, a coleta e tratamento de esgoto, a gestão adequada de resíduos sólidos e o controle de vetores de doenças. No entanto, muitas comunidades em todo o mundo ainda enfrentam desafios significativos quando se trata de acesso a condições básicas de saneamento.

Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), a cada dólar investido em saneamento se economiza 4,3 dólares em custos de saúde global (ECODEBATE,2014), situação que poderia melhorar o Sistema Único de Saúde (SUS) do Brasil, gerando uma redução de despesas em torno de R\$ 7 bilhões até o ano de 2035 (DATASUL,2013).

Desse modo, a pesquisa se justifica na pretensão de associar o índice de atendimento dos setores de saneamento básico com a variação dos indicadores da saúde pública da população e buscar estimar quanto a primeira influência a segunda.

Neste trabalho é estudado o quanto incidem, na saúde pública de um Bairro da cidade de Teresina, capital do Piauí, os segmentos do saneamento básico (Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário, Resíduos Sólidos e Drenagem Urbana). O bairro em estudo é o São Sebastião, localizado na zona sudeste da cidade, conhecido pela grande quantidade de resíduos sólidos depositados em

locais inapropriados e pelas constantes inundações nos períodos de chuva, época em que a população mais sofre devido à proliferação de doenças virais como Zika Vírus, Dengue, entre outras, devido aos resíduos que são descartados em locais inadequados e fortalecem a proliferação dos agentes causadores dessas doenças (Portal AZ, 2019).

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Estimar em que medida a situação dos serviços de saneamento básico (coleta de resíduos sólidos, esgotamento sanitário, fornecimento de água para abastecimento e a drenagem) incidiu na saúde da população do bairro São Sebastião da cidade de Teresina – PI, durante o período 2011 - 2023, período com informações.

2.2 Específicos

- Conhecer a evolução dos diferentes segmentos do saneamento básico (abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem e manejo de resíduos sólidos) no bairro São Sebastião, no período em estudo (2011 - 2023).
- Confrontar a situação encontrada quanto à oferta dos serviços de saneamento básico com as legislações e normas vigentes.
- Conhecer a evolução da ocorrência de doenças de veiculação hídrica no bairro.
- Verificar a relação entre atendimento dos serviços de saneamento básico com ocorrência de doenças de veiculação hídrica no local de estudo.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Histórico do Saneamento no Brasil

O problema de saneamento básico é uma herança histórica da população, já que os casos vividos no passado servem de base para a formação de um sistema integrado, em que se relaciona o bem-estar social e o equilíbrio com a natureza. O mundo conheceu a sua primeira grande Pandemia entre os anos de 1347-1352, evento conhecido como a Peste Negra, doença que assolou em especial a Europa e Ásia, com estimativas de 35 a 75 milhões de óbitos, sendo causada pela bactéria *Yersinia pestis*, transmitidas por pulgas de ratos. A falta de saneamento básico foi um dos principais fatores que ajudaram na propagação da peste negra. As ruas eram sujas, cheias de lixo, fezes e resto de comida, o que atraía ratos, evidenciando uma falha na disponibilização dos serviços de saneamento básico (Faculdade INESU, 2024).

No Brasil colônia o serviço de saneamento era precário ou quase inexistente, situação similar a encontrada na Europa no período da peste negra. O marco inicial para o saneamento no Brasil se deu pela construção do primeiro poço para abastecer o estado do Rio de Janeiro, por volta dos anos de 1561. Em 1620, começou a instalação do aqueduto do Rio Carioca, responsável por garantir o abastecimento de água para o estado durante o período colonial, onde não existia um pensamento conjunto sobre saneamento, se resumindo em drenagem de terrenos e instalação de chafarizes, iniciando, de fato, o saneamento no país (Marques, 1996).

Para os autores Pereira, Souza e Silva (2010) apud Pena (2015), a chegada da família real no século XIX foi o responsável pelo crescimento do Brasil e em contrapartida, pelo aumento da demanda por abastecimento de água e pelo grande acúmulo de resíduos e dejetos no meio ambiente. O serviço de saneamento não era acessível para toda a população, onde apenas a parte rica recebia o serviço, já que na maioria das vezes a disponibilidade para a população em geral era feita de forma compartilhada, sem proporcionar o mínimo conhecido hoje nas normas de saneamento.

O panorama de precariedade perdurou por muitos anos. Somente na época do período militar, 1964 até 1985, o Brasil experimentou um surto de progresso para a saúde da população, onde foi instituído o Plano Nacional de Saneamento

(PLANASA). Segundo Delupo (2014), os serviços não alcançaram a cobertura pretendida já que os manejos de resíduos sólidos e drenagem urbana foram desenvolvidos sob a responsabilidade do Município e da União, onde, na maioria dos casos, não havia nenhum vínculo com as ações efetuadas pelas Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESBs), criadas no mesmo período.

De acordo com Moraes, e Borja (2014), um projeto eficiente de saneamento deve minimizar os impactos ambientais relacionados à implantação e desenvolvimento das ações, obras e serviços de saneamento básico e assegurar que sejam executadas de acordo com as normas relativas à proteção do meio ambiente, ao uso e ocupação do solo e à saúde.

Os serviços de saneamento básico no Brasil são garantidos através da Lei nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007, art. 3º, p. 2), que normatiza as diretrizes que devem ser seguidas para o abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e manejo de resíduos sólidos com a finalidade de garantir saúde e bem-estar para a população. Nesse sentido, o Art. 49 da citada lei traz os objetivos no âmbito das Políticas Federais, onde é necessário proporcionar condições adequadas de salubridade ambiental aos povos indígenas e outras populações tradicionais, com soluções compatíveis com suas características socioculturais (BRASIL, 2007).

A Lei Nacional de Saneamento – LNS nº 11.445/2007, veio para alterar as normas contidas no PLANASA. Desde então, vagarosamente, foram sendo aprovados projetos que normatizam a questão do saneamento, como o Decreto Presidencial nº 8.141/2013 e a Portaria Interministerial nº 571/201. O Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), que, segundo SNIS (2020), foi elaborado com ampla participação da sociedade e segmentos vinculados ao saneamento básico, envolvendo ações integradas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas e promovendo o alinhamento dessas ações com políticas públicas relacionadas ao setor desenvolvidas por outros agentes. Nesses documentos são expressos os objetivos e metas nacionais e municipais de curto, médio e longo prazos, para a universalização dos serviços de saneamento básico e o alcance de níveis crescentes deste segmento no território nacional, observando a compatibilidade com os demais planos e políticas públicas da União.

Embora haja todo um amparo das leis e sabendo da sua importância para a saúde da população, no que tange às diretrizes do saneamento, o Brasil ainda não

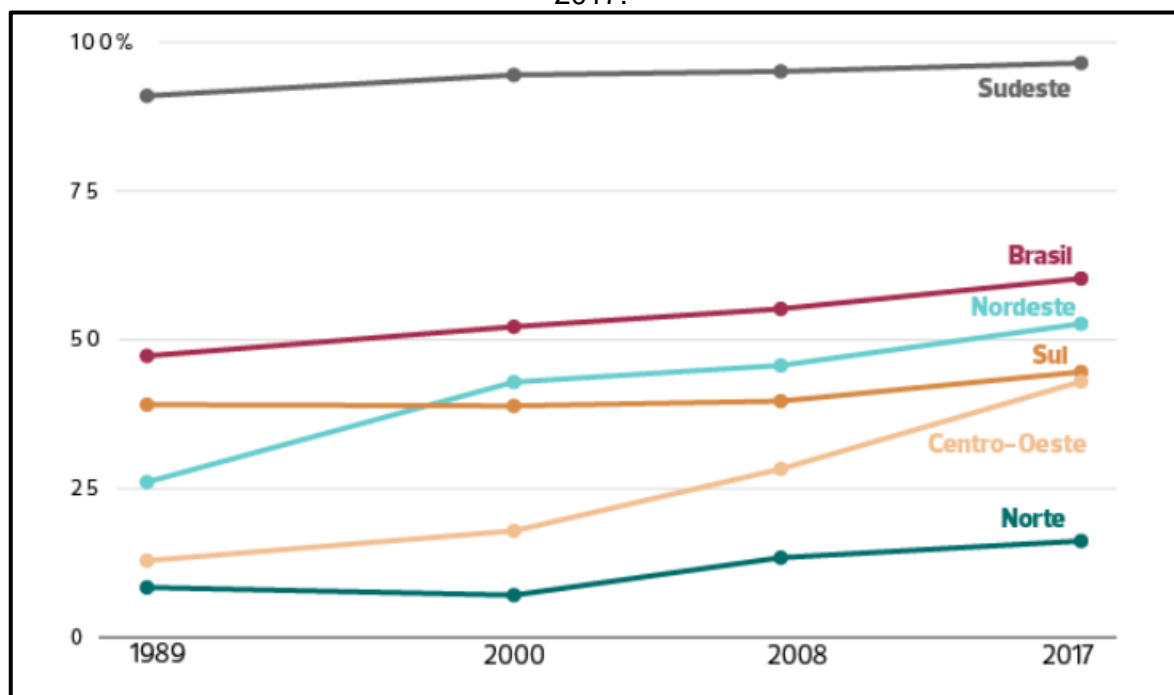
desenvolve uma porcentagem aceitável para esse serviço. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) somente 55% dos municípios brasileiros possuem coleta de esgoto sanitário, e apenas 28% contam com sistema de tratamento de esgoto.

As regiões Sudeste, Sul, Centro-Oeste e Nordeste convergem para a universalização nos serviços de água, enquanto a cobertura na região Norte permanece atrasada na disponibilização desse serviço. Olhando para os estados, as menores coberturas de água estão em estados do Norte. No serviço de coleta de esgoto, mais precário, apenas 8 estados possuíam cobertura acima de 60% (SP, MG, ES, RJ, PR, RS, BA, DF) e quase todos os estados do Norte possuíam cobertura de menos de 20%, em 2010 (Marques, 2017).

Esses achados são reforçados pelos trabalhos de Werneck (2010), ressaltando que apesar da tendência geral de elevação das coberturas dos serviços de saneamento, com maior convergência entre os índices de acesso dos estados, essa não se dá de maneira igualitária, principalmente em razão da pouca evolução observada nos estados do Norte, como é mostrado na Figura 1, sendo evidente, por exemplo, a disparidade entre as regiões Sudeste e Norte, Sudeste e Nordeste e, Sudeste e Brasil, com relação à disponibilização do serviço de saneamento. A região sudeste possui os melhores índices de saneamento, sendo uma das que apresentam melhor proporção de domicílios ligados à rede geral de esgoto ou fossa séptica e ainda apresenta as maiores proporções de domicílios ligados à rede geral de abastecimento de água. Comparando Sudeste Vs Nordeste e Sudeste Vs Norte a ausência de saneamento prejudica mais às regiões Nordeste e Norte, como por exemplo, no setor turístico, mesmo possuindo muitas belezas naturais as mesmas se encontram poluídas.

Os serviços de saneamento básico estão interligados com as políticas de desenvolvimento urbano nas cidades, fato que explica a diferença entre as regiões, já que o processo de urbanização do Brasil começou pela região sudeste e por isso é detentora dos melhores índices de saneamento básico.

Figura 01- Disponibilidade de saneamento básico nas regiões brasileiras, no período 1989 - 2017.



Fonte: IBGE, (2017).

Conforme relatado pela Organização das Nações Unidas (ONU, 2020), existem mais de 4,2 milhões de pessoas que convivem sem acesso ao mínimo de saneamento, onde menos da metade das pessoas tem acesso a esgoto tratado, sendo mais preocupante a questão da higiene, em que apenas cerca de 40% da população possui disponibilidade de água para lavar as mãos. A falta desses últimos elementos prejudica a proteção e manutenção da saúde, visto que sua ausência colabora com a propagação de doenças infecciosas como a Covid-19, cólera e a febre tifoide.

Sabe-se que a maior parte dos afetados pela falta de saneamento são as crianças. Segundo dados da UNICEF (Fundo das Nações Unidas para a Infância), a diarreia é a segunda maior causa de morte em crianças abaixo dos cinco anos de idade, mostrando a importância da abordagem do tema, pois contribui não somente para a redução dos gastos com internações, mas também melhora a taxa de mortalidade infantil e o número de casos de doenças infecciosas (Victoria, 2009).

Segundo o Ministério das Cidades, em 2018, apenas 30% dos municípios brasileiros tiveram acesso a recursos federais para saneamento básico, contribuindo para a não aplicação do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), uma vez

que as políticas públicas ineficientes e processos de intensificação da desigualdade social fazem com que o saneamento se mantenha atrasado no país.

No Piauí muitas comunidades, especialmente em áreas rurais e periurbanas, enfrentam dificuldades no acesso à água potável, com sistemas de abastecimento inadequados. O esgotamento sanitário também é considerado uma preocupação, já que grande parte da população não possui acesso a sistemas de tratamento de esgoto e resíduos sólidos, resultando em problemas de contaminação do solo e da água. A coleta e destinação adequada de resíduos sólidos são desafios adicionais a serem enfrentados pelo Estado, uma vez que existe uma grande produção de resíduos que não acompanham a taxa de coleta.

Teresina possui uma Política Municipal de Saneamento Básico, conforme a Lei Municipal nº 4.973, de 26 de dezembro de 2016, porém não é aplicada na prática, já que a prefeitura aponta que as maiores dificuldades são a falta de recursos financeiros e de mão de obra capacitada para seguir o plano de saneamento.

3.2 Saneamento Básico

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social (Garcia; Ferreira, 2017). De outra forma, saneamento caracteriza o conjunto de ações socioeconômicas de uma região tais como abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais (Guimarães, 2017). A Lei Federal 11.445 de 05 de janeiro de 2007 que, dentre outras ações, estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, também considera esse conjunto de ações como definição do Saneamento Básico.

A noção de saneamento, ao longo do tempo, assumiu conteúdos distintos de acordo com a cultura, em função da relação existente entre homem e natureza, e também de acordo com a classe social, em função das condições materiais de existência e dos níveis de informação e conhecimento, onde o saneamento passa a ser tratado também em termos de saneamento básico e saneamento ambiental (Borja; Moraes, 2005, p. 6).

Embora o saneamento básico, não esteja expressamente previsto na Constituição Federal de 1988 como um direito social, pode-se considerar que integra

o conjunto de serviços públicos indispensáveis a efetivação dos direitos sociais. Nesse sentido, é fundamental reconhecer o direito ao saneamento básico e integrá-lo ao rol dos direitos fundamentais sociais que compõem a garantia do mínimo existencial, na promoção do bem-estar humano, assegurando as condições de sua própria dignidade, que inclui, além da proteção dos direitos individuais, condições materiais mínimas de existência (Romanello, 2019).

3.2.1 Sistema de abastecimento

O Sistema de Abastecimento de Água tem o propósito de disponibilizar água potável aos consumidores, de forma a atender os requisitos recomendados, com garantia de quantidade e qualidade. Dessa forma, o sistema público de abastecimento de água envolve o conjunto de atividades, infraestruturas e instalações que compreendem captações de águas subterrâneas ou superficiais, tubulações, estações de tratamento, reservatórios e sistema de distribuição, além de instrumentos de medição que ocorrem desde a captação até as ligações prediais (Nascimento, 2022).

Boa parte das águas disponíveis na natureza não possui uma boa qualidade, contendo impurezas que podem prejudicar o consumo humano. Portanto, para que a água seja considerada potável para o consumo é preciso que atenda normas, conforme preceitua a Lei Federal nº 11.445/2007 (Brasil, 2007), responsável por garantir os padrões de qualidade.

Os serviços de abastecimento de água constituem-se em um importante investimento em benefício da saúde pública e que se ampliam com a implantação e a melhoria dos sistemas de esgotos sanitários. A implantação do abastecimento de água resulta no aumento da vida média da população atendida, ocasionando a diminuição da mortalidade em geral, em particular da infantil, e em uma redução do número de horas improdutivas ocasionadas por afastamento por doenças (Mendonça, 2020).

Desse modo, um sistema de abastecimento adequado representa uma maior qualidade no sistema de saúde público e nas condições de vida da população, haja vista os benefícios proporcionados como a prevenção de doenças, controle epidemiológico e a promoção de hábitos higiênicos, como constatado por Vidigal (2015), no seu estudo feito sobre a Análise da Influência do Saneamento Básico na Saúde da População do Município de Barbacena, Minas Gerais, onde a expectativa de vida aumentou 9,9 anos nas últimas duas décadas, passando de 68 anos em 1991

para 77,9 anos em 2010, com o aumento da disponibilidade do saneamento básico à população.

Segundo dados do ONU, as crianças com até 5 anos possuem a maior probabilidade de morte, ocasionada pela falta de saneamento. Vidigal (2015) verificou uma redução de aproximadamente 109% da mortalidade infantil, no período 2000-2013, relacionando essa redução ao desenvolvimento socioeconômico e à infraestrutura sanitária, sabendo que a qualidade dos recursos disponíveis para atenção à saúde materno-infantil são também determinantes da mortalidade nesse grupo etário.

3.2.2 Sistema de Esgotamento Sanitário: Coleta e Tratamento

O sistema de esgotamento sanitário é o conjunto de condutos, instalações e equipamentos destinados a coletar, transportar, condicionar e encaminhar, somente esgoto sanitário, a uma disposição final conveniente, de modo contínuo e higienicamente seguro conforme NBR-9648 (ABNT, 1986). Segundo Weiszflog (2006), a sua conceitualização sobre esgoto define como canalização principal a que se ligam os canos de despejo de águas servidas e dejetos, sem destacar a importância da destinação final. De acordo com Brasil (2007), o esgotamento sanitário é constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente.

O desenvolvimento tecnológico e o crescimento urbano influenciam no aumento de consumo de água e a ampliação do volume de águas não reaproveitáveis, as chamadas águas servidas ou águas residuárias, que quando lançadas de forma direta nos corpos hídricos ocasiona problemas ambientais, para a saúde humana e animal, ocorrendo a transmissão de germes patogênicos e que ocasionam o aumento do número de enfermidades e mortes por doenças veiculadas pela água. Verifica-se, então, que os resíduos provenientes das atividades humanas geram poluição que, segundo a FUNASA (2021), é entendida como a degradação da qualidade ambiental, que, direta ou indiretamente, prejudica a saúde, o desenvolvimento das atividades sociais e econômicas, a segurança e o bem-estar da população, afetando o bioma e as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente.

Com o uso das águas, é preciso criar medidas para afastar e retornar uma pequena parte para o meio ambiente. Depois de utilizadas, as águas perdem as suas

características naturais, incorporando diversas substâncias que se atrelam ao modelo que é utilizada (Castanhetti, 2017).

Em grande parte das cidades do Brasil, a população é atendida por redes coletoras, mas que só desempenham a função de afastar o esgoto de perto das residências, ou seja, não existe qualquer preocupação em tratá-las para poder devolver ao meio ambiente uma água mais limpa, terminando por contaminar o solo, os rios, os lagos, os oceanos, águas subterrâneas e até mesmo os mananciais que abastecem outras cidades.

Teresina é uma cidade que está quase se tornando uma metrópole (cidade com mais de 1.000.000 de habitantes), os índices de coleta de esgoto ainda são baixos, já que no ano de 2019 apenas 34% das residências possuíam o serviço. Esse problema pode estar relacionado ao processo de urbanização da capital, já que na fundação não existia uma preocupação com os serviços de saneamento, sendo mais prática a solução individual de cada residência.

Segundo a FUNASA (2021), o baixo índice de atendimento por rede pública de esgotos sanitários não deveria implicar automaticamente em más condições sanitárias da população, uma vez que, mesmo em condições precárias, as casas são equipadas por soluções individuais de tratamento. As soluções mais comuns são a fossa séptica que coleta e trata preliminarmente os resíduos através de processos de decomposição biológica; com os sumidouros que são poços ou valas cavadas que permitem a infiltração de água “tratada” no solo, resolvendo parcialmente o problema, uma vez que são soluções que não apresentam um devido tratamento antes de acomodar o material no solo.

O grande problema do despejo inadequado de esgoto são as doenças geradas. Citam-se, entre as principais: ancilostomíase, ascaridíase, amebíase, cólera, diarreia infecciosa, disenteria bacilar, estrongiloidíase, febre tifoide, febre paratifoide, salmonelose, teníase e cisticercose, problema que seria minorado com um sistema de saneamento eficiente.

3.2.3 Sistema de Drenagem das Águas Pluviais

Brasil (2007) define Drenagem e Manejo das Águas Pluviais urbanas como o conjunto de atividades, infraestrutura e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas.

Segundo Werneck e Scoralick (2010), os sistemas de drenagem urbana são essencialmente sistemas preventivos de inundações, empoçamentos, erosões, ravinamento e assoreamentos, principalmente nas áreas mais baixas das comunidades sujeitas a alagamentos ou marginais de cursos naturais de água.

Para Rezende (2010), o sistema de drenagem urbana faz parte do conjunto de melhorias que auxiliam na boa qualidade de vida das pessoas, tais como escoamento criterioso das águas superficiais, redução do risco de perdas humanas, da exposição da população e de danos às propriedades decorrentes de inundações, eliminação da presença de águas estagnadas e lamaçais, focos de doenças, muitas vezes transmissíveis, redução de impactos da chuva no meio ambiente, como erosão, sedimentação e poluição, proteção da qualidade ambiental e do bem-estar social das comunidades, sendo um importante meio de prevenir as doenças causadas por águas estagnadas.

No campo da drenagem urbana, os problemas agravam-se em função da urbanização desordenada e da falta de políticas de desenvolvimento urbano. Linard (2017) assinala que é preciso haver uma fiscalização por setores competentes, a fim de procurar reduzir os problemas causados pela alta demanda de escoamento nos períodos de chuva, buscando reduzir as perdas materiais, humanas e ambientais.

O crescimento desordenado das cidades e os altos valores dos imóveis fazem com que as pessoas busquem locais mais insalubres para morar, passando a habitar regiões que são passíveis de inundações. As moradias irregulares é a principal problemática relacionada à drenagem urbana. As enchentes são geradas a partir de enxurradas ocasionadas nas áreas urbanas, extrapolando o limite de inundação, fazendo com que as moradias instaladas nas áreas dos limites de inundação sejam atingidas.

Para Aires et al., (2018) é preciso avaliar o sistema de drenagem urbana como uma ferramenta que muitas vezes vem sendo negligenciada ou mal planejada durante o processo de ocupação urbana o que, somado com outros fatores, traz transtornos

como enchentes, inundações, degradação da malha viária entre outros prejuízos a população e a estrutura urbana.

O sistema de drenagem se sobressai como um dos problemas mais sensíveis ocasionados pela urbanização, consequência da grande impermeabilização do solo, que acelera o escoamento da água e diminui a infiltração das águas pluviais. Nessas situações, faz-se necessário o controle do escoamento das águas de chuvas, para evitar os efeitos adversos que podem representar sérios prejuízos à saúde, à segurança e ao bem-estar da sociedade (Borja; Moraes, 2005).

Um sistema de drenagem deve buscar consolidar as melhores práticas e medidas que visem à minimização dos riscos a que as populações ficam sujeitas ante os eventos hidrológicos extremos. Segundo a FUNASA (2021), os mais importantes princípios da drenagem urbana são:

- Não transferir impactos para jusante.
- Não ampliar cheias naturais.
- Propor medidas de controle para o conjunto da bacia.
- Legislação e planos de drenagem.
- Constante atualização do planejamento por estudo de horizontes de expansão.
- Controle permanente do uso do solo e áreas de risco.
- Competência técnico-administrativa dos órgãos públicos gestores.
- Educação ambiental qualificada para o poder público, a população e o meio técnico.

Um sistema eficiente de drenagem urbana, seja superficial ou subterrânea, ocasiona uma série de benefícios, como: bom desenvolvimento do sistema viário, redução de gastos com manutenção das vias públicas, valorização das propriedades existentes na área beneficiada, escoamento rápido das águas superficiais, eliminação da presença de águas estagnadas e lamaçais, rebaixamento do lençol freático, recuperação de áreas alagadas ou alagáveis, segurança e conforto para a população.

3.3 Sistema de Limpeza Urbana e manejo de Resíduos Sólidos

De acordo com Brasil (2007), o sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos é o conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas. Também define os resíduos sólidos como um conjunto de materiais, objetos, bens ou substâncias descartadas pelas atividades humanas, que depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresente outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada. Já a NBR 10004/2004 classifica os resíduos quanto aos riscos potenciais de contaminação como: **(i) Perigosos:** Aqueles que apresenta características de periculosidade, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, podendo apresentar riscos ao meio ambiente quando gerenciado inadequadamente, e riscos à saúde pública provocando mortalidade, incidência de doenças e **(ii) Não perigosos:** São os que não apresentam periculosidade, isto é, nenhum risco à saúde e ao meio ambiente.

O processo de migração humana do campo para a cidade e a grande aglomeração de pessoas em um curto espaço de tempo concomitante com a mudança de hábitos da sociedade provocou um aumento na geração de resíduos sólidos.

A gestão inadequada dos resíduos sólidos causa impactos socioambientais, tais como degradação do solo, comprometimento dos corpos d'água e mananciais, intensificação de enchentes, contribuição para a poluição do ar, proliferação de vetores de importância sanitária nos centros urbanos e prejudica o trabalho dos catadores de lixo, já que se apresentam condições insalubres nas ruas e nas áreas de disposição final (Besen, 2010).

Fazendo parte de uma boa gestão dos resíduos sólidos, a coleta seletiva consiste na separação e recolhimento dos materiais descartados, separando matéria orgânica da não orgânica, realizando a correta destinação, mostrando-se como instrumento para a redução de resíduos encaminhados aos aterros através da seleção de resíduos passíveis de reciclagem.

Segundo os dados do IBGE (2010), referentes ao manejo de resíduos sólidos contidos na Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2008, mesmo os municípios dispondo de serviços de manejo dos resíduos sólidos, 50,8% dos municípios ainda têm vazadouros (os chamados “lixões”) a céu aberto, que são áreas utilizadas

impropriamente para disposição final de resíduos, o que ocasiona transformações intensas no meio ambiente propiciando maior concentração de humanos e interação com agentes patogênicos que podem ser encontrados em locais modificados, ambientes favoráveis a uma série de doenças, como influenza, sarampo, malária, entre outras.

3.4 Doenças de Veiculação Hídrica

A falta de saneamento e drenagem adequados pode levar ao surgimento de várias doenças, uma vez que as condições precárias de higiene e a exposição a água contaminada ou estagnada favorecem a disseminação de patógenos. Algumas das doenças mais comuns associadas à falta de saneamento e drenagem incluem Diarréia, Febre Tifoide, Esquistossomose, Verminoses entre outras.

Como observado no título do relatório do Banco Mundial de 2011, Natural Hazards, eventos geológicos e hidrometeorológicos podem ser considerados ameaças naturais que prejudica o acesso ao saneamento da população, demonstrando a vulnerabilidade que as sociedades ou comunidades encontram estreitamente e inversamente relacionada ao nível de desenvolvimento econômico e social.

Segundo Freitas (2012) o terremoto ocorrido no Haiti no ano de 2011 gerou um problema para o governo local com relação os serviços de saneamento. O Haiti já vivia uma situação em que menos da metade da população possuía acesso a serviços de saúde, água e saneamento, mesmo sendo de baixa qualidade. As consequências pós-desastre estiveram relacionadas principalmente à destruição da pobre infraestrutura do país, como a de saneamento ambiental, gerando a exposição a doenças infecciosas, principalmente entre crianças, tanto na área diretamente afetada pelo terremoto, como nas menos afetadas em que houve um grande deslocamento de populações, pressionando mais ainda os serviços e o acesso a alimentos e água potável. Como resultado, muitas pessoas passaram a depender de fontes de água contaminadas e a viver em condições de higiene precárias contribuindo para o surto de cólera causada pela bactéria *Vibrio cholerae*, se espalhando rapidamente em locais sem acesso a água potável e saneamento básico.

No Brasil, fenômenos naturais também se tornam uma problemática quando acontecem, como o ocorrido no ano de 2024 no estado do Rio Grande do Sul. O estado possui uma população de 10.880 milhões de habitantes que residem em 497

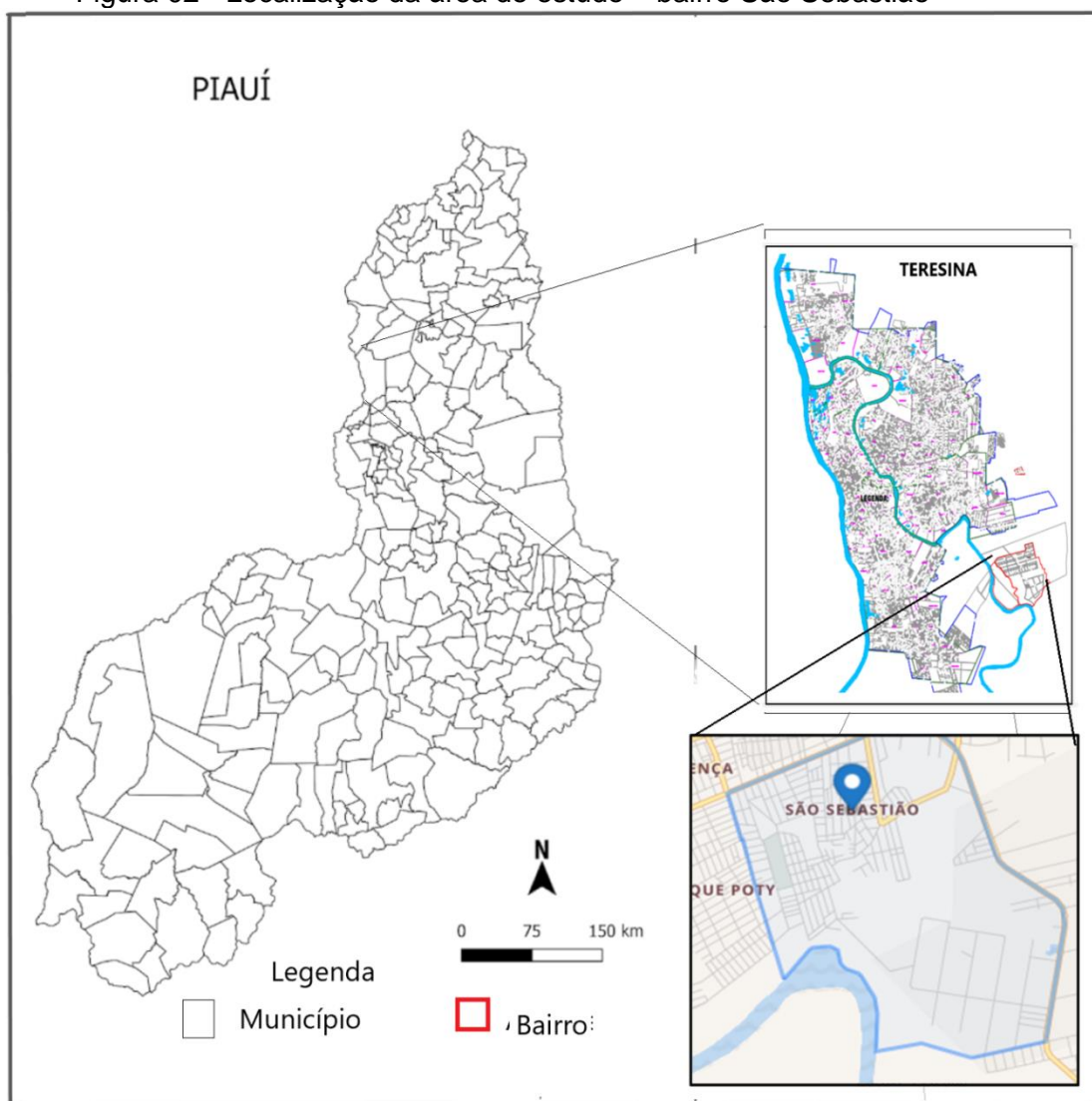
municípios, dos quais 90,9% (452) foram atingidos pelas enchentes. A tragédia, além dos danos materiais causou, até o dia 25 de maio de 2024, a morte de 169 pessoas, e 61 seguem desaparecidas. A devastação causada pelas enchentes tem evidente impacto à saúde, onde no momento que as águas começam a baixar, aparecem rastros de esgoto, putrefação e lama nas cidades, surgem, diariamente, novos casos de leptospirose (um mês depois do início da enchente, já foram constatados 7 mortes, 141 casos confirmados e mais de mil em investigação), aumento de doenças diarreicas agudas, doenças parasitárias, tétano, dengue, hepatite A e picadura de animais peçonhentos. (Rizzotto; Costa; Lobato, 2024).

4. METODOLOGIA

4.1 Local de Estudo

A pesquisa foi realizada no Bairro São Sebastião, localizado na região sudeste da cidade de Teresina, Figura 02.

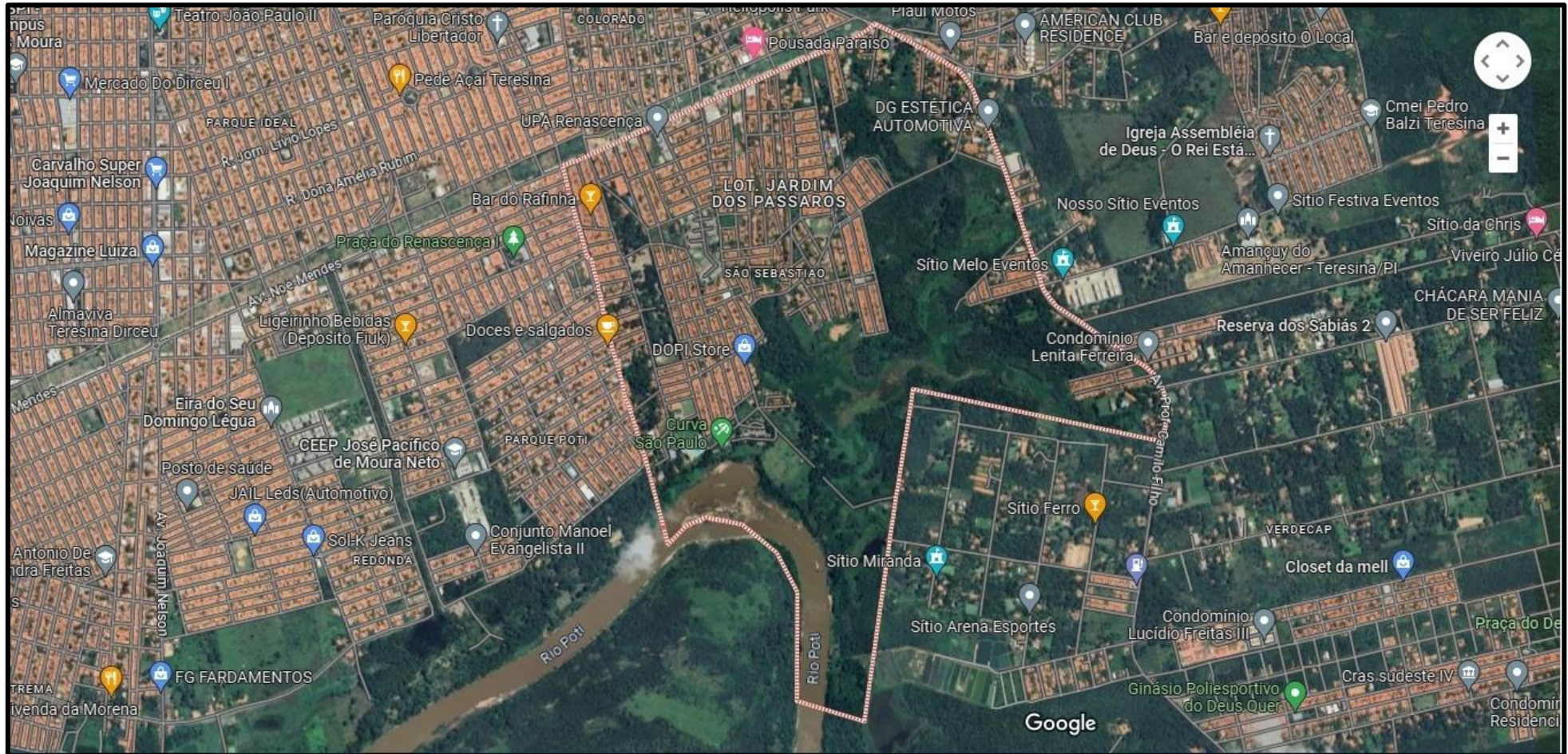
Figura 02 - Localização da área de estudo – bairro São Sebastião



Fonte: Adaptado da SEMPLAN (2023) com auxílio do Google Map.

O bairro São Sebastião está localizado no sudeste da cidade de Teresina, delimitado ao norte pela Avenida Noé Mendes, a leste pela Av. Prof. Camilo Filho, a oeste pela Rua Ervitônio Teodoro e ao sul pela Curva São Paulo no Rio Poti e áreas verdes do distrito Bom Princípio. Ver Figura 03.

Figura 03 - Imagem satélite com a delimitação do bairro São Sebastião e adjacências, Teresina-PI.



Fonte: Imagem de Satélite, Airbus, CNES, Google Maps (2019).

A população residente no bairro no ano 2000 era de 4.000 habitantes (IBGE, 2000), passando para 12.510 para o ano de 2022, segundo o IBGE (2022). Com um crescimento de aproximadamente 312% em 22 anos, ou seja, 26,1% ao ano, mostrando que a área se tornou bastante populosa com o passar dos anos. Ademais, a sua área territorial corresponde a 3.051,2 km², o que indica uma densidade populacional de 10,41 hab/ km², praticamente a metade da do Brasil (22,4hab/km²) em 2010, segundo o censo do IBGE.

O bairro caracteriza-se por 75,65% de domicílios constituídos de casas, sobrados ou similares e 24,35% de edifícios de apartamentos ou conjuntos residenciais com vários domicílios de famílias distintas (IBGE,2022), mostrando uma grande área de ocupação humana que necessita da disponibilização dos serviços de saneamento.

Mesmo com o crescimento do bairro nos últimos anos e o avanço residencial, ainda é possível observar grandes áreas verdes no bairro (Figura 03). Utilizando o software do Google Maps, foi possível estimar que 1464 km² já se encontra impermeabilizado, correspondendo à aproximadamente 48% da área total do bairro.

O clima do bairro São Sebastião é o mesmo clima que caracteriza a cidade de Teresina, onde está inserido. De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, (2023) o clima é o Tropical semiúmido. É caracterizado por elevadas temperaturas durante a maior parte do ano, variando de 23 °C a 37 °C.

Em termos de precipitação, caracteriza-se por duas estações do ano bem definidas, sendo uma seca, que se estende pelos meses de junho a dezembro, caracterizando o período do inverno e primavera, e outra chuvosa, de janeiro a maio, correspondendo ao período do verão.

4.2 Levantamento de Informações

Foram levantadas as informações de disponibilidade dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem e manejo de resíduos sólidos no bairro, a fim de analisar a evolução da distribuição dos serviços no período de 2011 a 2023 e sua incidência na saúde pública do bairro.

a) População:

Os dados populacionais do bairro entre os anos de 2011 a 2023 foram obtidos através de estimativas, já que só existem dados do IBGE dos anos de 2010 e 2022,

respectivamente, datas em que foram realizados os censos demográficos.

Para tal, foi utilizado o método aritmético, estimando uma taxa de crescimento constante para os anos que seguem a partir de dados conhecidos, admitindo que a população varia linearmente com o tempo e podendo ser utilizado para a previsão da populacional para um período pequeno. Para estimar a Taxa de Crescimento da população (Ka) foi utilizada a equação 01, adotada pelo IBGE para a previsão da população (IBGE,2022) com base nos dados habitacionais dos anos de 2010 e 2022, obtidos dos últimos censos.

A taxa de crescimento é representada pela Equação 01 a seguir:

$$Ka = \left[\left(\sqrt[n]{\frac{Pt}{Po}} \right) - 1 \right] * 100 \dots \dots \dots \text{Eq. 01}$$

Onde:

P(t) é a população prevista;

Po é a população inicial;

n é o número de anos no período considerado, no caso 12;

Ka é a taxa de crescimento do período.

Com essa taxa de crescimento, foi estimada a população, ano a ano, do período analisado P(t), através da Equação 02 a seguir:

$$P(t) = Po * (1 + ka)^T \dots \dots \dots \text{Eq. 02}$$

Onde:

P(t) é a população prevista;

Po é a população inicial, no caso 2010;

T é o tempo, no caso, ano a ano;

Ka é a taxa de crescimento já definida

Com base nas Equações 01 e 02, foi possível estimar a população residente no bairro, ano a ano, no período de 2011 - 2023, conforme Tabela 01 abaixo.

Tabela 01 - População estimada do Bairro São Sebastião no período estudado

Ano	População Estimada do Bairro São Sebastião
2011	11.730
2012	11.800
2013	11.870
2014	11.940
2015	12.010
2016	12.080
2017	12.150
2018	12.220
2019	12.300
2020	12.370
2021	12.440
2022	12.510
2023	12.590

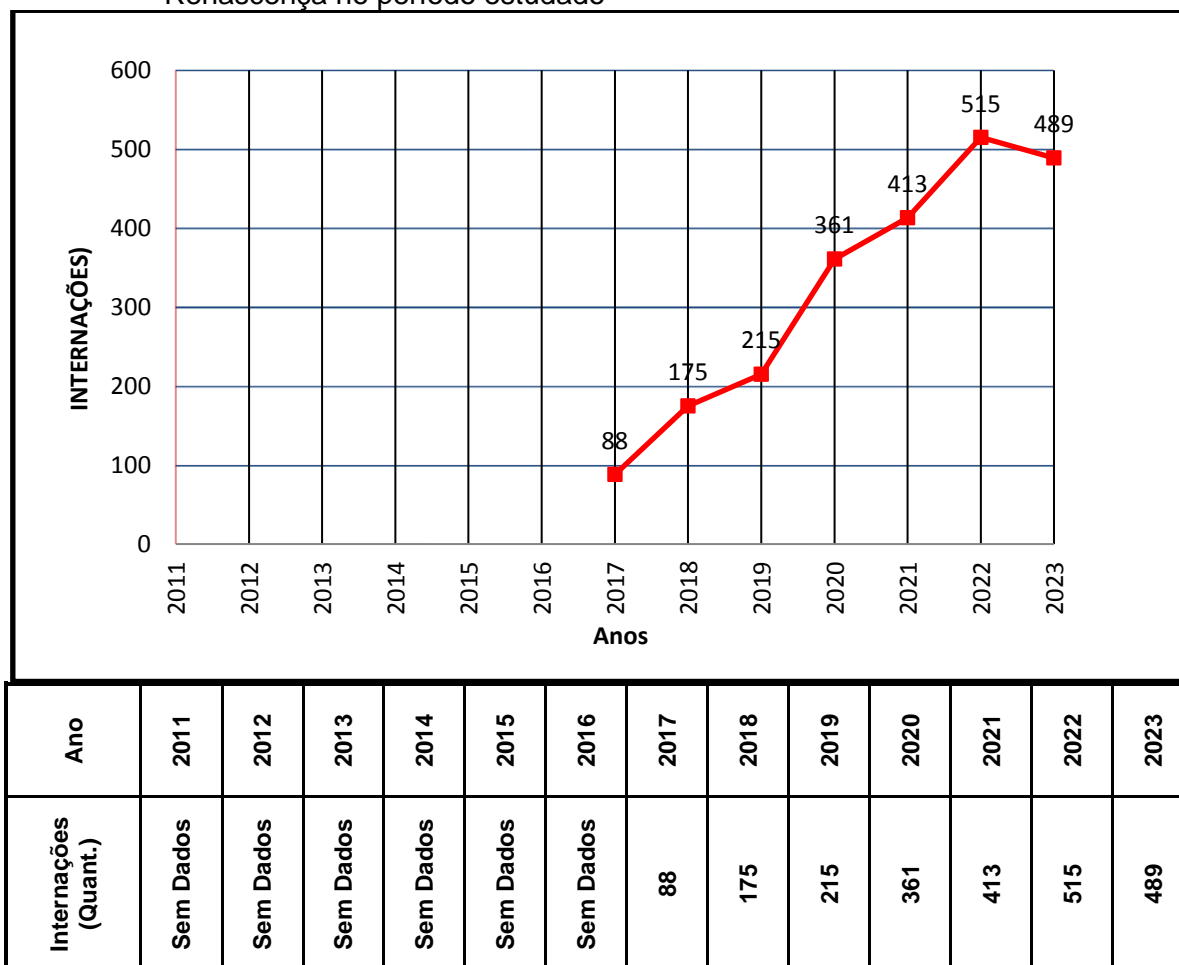
b) Indicadores epidemiológicos

Os atendimentos por doenças de veiculação hídrica na área de estudo, como em toda a cidade de Teresina, ainda são recorrentes, uma vez que a precariedade em que os serviços de saneamento são disponibilizados para a população influencia diretamente na ocorrência dos casos. Os indicadores de internações relacionadas às doenças de veiculação hídrica do bairro no período estudado (2011-2023) foram obtidos através de pesquisa ativa na Unidade de Pronto Atendimento do bairro Renascença, nos registros do arquivo morto da unidade de saúde. Os dados encontrados na Unidade de Saúde partem do ano de 2017, data esta que foi feita a inauguração da UPA do Renascença.

Para a compilação dos dados, foram levados em consideração os casos de internações com relação direta e indireta com os indicadores de saneamento básico, sendo exemplos os casos de doenças diarreicas e as internações por Covid-19.

O Gráfico 01 mostra a quantidade de indivíduos que foram internados na UPA, sendo registrados nos anos de 2017 a 2023, conforme pesquisa realizada nos arquivo do hospital.

Gráfico 01 - Internações por doenças oriundas pela falta de saneamento na UPA do Renascença no período estudado



Nota: os registros são do período 2017-2023

Dentre os anos com informações, 2017 apresentou a menor quantidade de internações (88 internações), fator que se explica por ter sido o ano de inauguração da unidade, que começou a funcionar no mês de agosto. É possível observar que a Unidade de Pronto Atendimento é bastante ativa no tratamento de doenças de veiculação hídrica, apresentando crescimentos progressivos entre os anos 2017 e 2022, sendo que no último ano, as internações diminuíram, resultado da vacinação contra a COVID-19 que demonstrou grande eficácia na redução de internações (Dantas, 2023). De 2019 a 2020, houve aumento de 67,9% e de 2021 para 2022, o aumento foi de 24,7% apresentando a primeira como a maior variação de internações. Vale ressaltar que, como em 2017 foi o ano de inauguração do hospital, onde o mesmo não funcionou o ano completo, motivo que explica a baixa quantidade de atendimentos para o ano, não considerando a variação de 2017-2018 como a maior observada no estudo.

c) Abastecimento de água

As estimativas para os dados relacionados ao abastecimento de água foram feitas através de visitas in-loco e informações coletadas junto a empresa concessionária do serviço de abastecimento. De acordo com Gil (2022), as pesquisas aplicadas podem ser utilizadas em problemas observáveis, buscando gerar resultados que possam ser utilizados na prática, com a utilização de conhecimentos científicos para resolver problemas específicos e práticos relacionados ao sistema de abastecimento de água, como o que ocorre no bairro São Sebastião, em Teresina-PI.

Foi analisado o sistema de abastecimento de água no bairro São Sebastião, em Teresina, PI (Figura 03), a fim de obter um diagnóstico sobre a infraestrutura existente e sua adequação às demandas da população. Para isso, foi conduzida uma investigação direta no local, incluindo a observação e o registro da rede de distribuição (Figura 04). A realização da visita técnica ao bairro possibilitou a obtenção de dados mais precisos sobre as condições do sistema, abrangendo aspectos como cobertura, estrutura e eventuais falhas ou limitações.

Figura 04- Mapa da rede de distribuição de água do bairro São Sebastião



Fonte:(Águas de Teresina, 2021).

Foram colhidas informações junto à população do bairro, buscando saber de como era realizado o serviço de abastecimento entre os anos de 2011-2023 nos conjuntos e vilas pertencentes ao bairro em estudo, uma vez que existe a vacância nas documentações oficial sobre o sistema de abastecimento de água do bairro.

O Gráfico 02 mostra a estimativa da evolução do atendimento à população com água tratada no bairro São Sebastião, durante o período estudado (2011-2023). A área em estudo engloba as vilas Deus Proverá, Andaraí e Araguaia, onde segundo os relatos da população, o abastecimento de água era feito de maneira clandestina até o ano de 2017, não sendo computados os dados de abastecimento de água para esse período, justificando os baixos índices de cobertura do serviço mostrado nos anos de 2011 até 2016 (58,63% e 69,40% respectivamente). No ano de 2017 houve a mudança da concessionária de águas da capital, passando a legalizar o serviço onde não existia, representando um aumento de 13% na cobertura do serviço na passagem de 2016 para 2017 (Águas de Teresina, 2021).

Gráfico 02 – Estimativa de indicador de atendimento com abastecimento de água para o bairro São Sebastião no período 2011-2023.



Ainda analisando o Gráfico 02, após a universalização do abastecimento de água em 2018, os índices mostraram constante crescente, exceto no ano de 2020 que houve redução de 0,47%, comparado ao ano anterior, podendo ser justificado pela heterogeneidade da população, os objetivos específicos do estudo e as condições de campo.

d) Esgotamento sanitário

O Bairro São Sebastião não possui sistema de esgotamento sanitário público, as águas residuárias produzidas nos vasos sanitários são coletadas e enviadas a sistema individualizado de fossas sépticas, ainda sendo utilizado em todas as casas que foram visitadas o sistema de sumidouros, onde é feita a acomodação do material diretamente no solo e as águas cinzas são jogadas nas sarjetas. Segundo Zago (2017) em seu estudo sobre Tratamento de Esgoto por Fossa Séptica, explica que esse modelo rústico não pode ser considerado como uma maneira eficaz de tratamento, já que o material fica acomodado diretamente no solo, contaminando-o com a sua exposição.

Levando em consideração esse estudo, e sabendo que as casas do bairro possuem um sistema individualizado de sumidouros, para esse indicador de saneamento será levado em consideração o indicador “zero” para todos os anos, já que a maneira que o serviço é disponibilizado não acontece nos moldes estabelecidos pela Lei Federal nº 11.445, que estabelece os padrões acerca do serviço de esgotamento.

e) Resíduos sólidos

Em Teresina, a coleta de resíduos convencionais atende todo o perímetro urbano da cidade, nos períodos matutinos ou vespertinos, com os bairros sendo atendidos com o serviço três vezes na semana. Até o período da análise do estudo, 2023, o serviço de coleta de resíduos sólidos em Teresina era realizado pela empresa LITUCERA. Segundo o DOM (2018), no Bairro São Sebastião a coleta de resíduos sólidos acontece às segundas, quartas e sextas-feiras.

Segundo as informações presentes no estudo de Nascimento (2022), a cidade de Teresina-PI em geral, é bem assistida pelo serviço de coleta de resíduos sólidos, chegando a uma taxa de aproximadamente 95% de coleta. Porém, apesar do elevado índice, é visível em muitos pontos da cidade o despejo de resíduo sólido em lugares inadequados pelos próprios moradores, fazendo de terrenos baldios locais de acúmulo de “lixo”. Não diferente do que acontece na capital, mesmo a área em estudo (Bairro São Sebastião) ocorrendo coleta de resíduos três vezes na semana, é possível, também, encontrar pontos de acúmulo de “lixo” de maneira irregular.

As Figuras 05 e 06 apresentam fotos de locais onde foram constatadas essas ocorrências.

Figura 05 – Deposição irregular de lixo na rua Antônio Rodrigues, bairro São Sebastião, zona Sudeste.



Figura 06 – Resultado de queimada ocorrida na rua Professor Camilo Filho, bairro São Sebastião, zona Sudeste.



Essa realidade pode contribuir com a proliferação de insetos e animais transmissores de doenças, como dengue e leptospirose, também ao entupimento do sistema de microdrenagem existente no bairro o que pode provocar alagamentos mais duradouros em alguns pontos.

Como não é possível obter a quantidade exata de resíduos produzidos na área de estudo, uma vez que a coleta do material não é feita somente no bairro, a análise para o serviço foi feita por estimativas.

A estimativa para a população do bairro atendida com o serviço de coleta foi feita através da comparação entre as estimativas das Quantidades de Resíduos Produzidos Vs Estimativas de Resíduos Coletados ano a ano.

Foi utilizado o modelo proposto por Monteiro (2012) para estimar a geração de resíduos sólidos domiciliares em centros urbanos. Utilizando a sua metodologia, a quantidade de “lixo” produzido por uma região pode ser estimada pela equação 03.

$$Q = PXG \dots \dots \dots \text{Equação 03}$$

Onde;

Q = Quantidade total de lixo produzido (kg ou toneladas/dia)

P = População da cidade (habitantes)

G = Geração per capita de resíduos (kg/hab/dia)

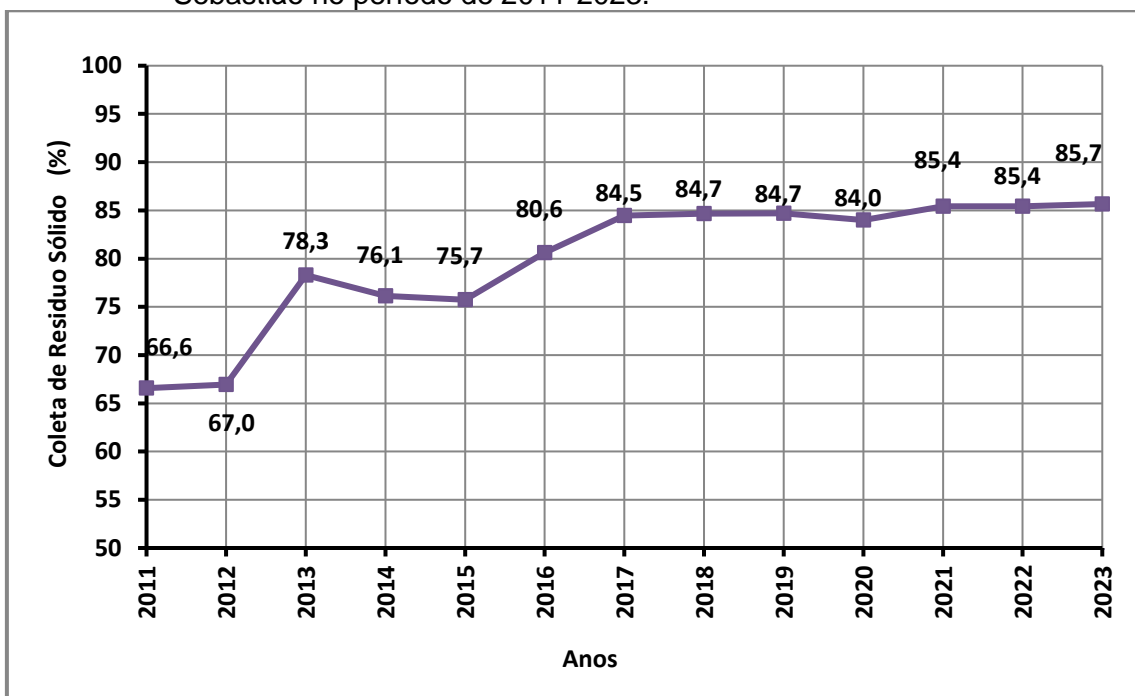
Seguindo a metodologia, em média, cidades em desenvolvimento utilizam os valores entre 0,6 a 1,2 kg/hab/dia para a taxa de Geração de Resíduos sólidos. Como a área em estudo possui coleta regular de “lixo”, foi adotada a taxa média de 0,9 para essa variável.

Para estimar a quantidade de residências no bairro entre os anos de 2011-2023 foram utilizados os dados da Tabela 01, dividindo pela constante “4”, número de pessoas por casa, estimando assim a quantidade de residências no bairro. A quantidade de resíduos sólidos potencial do bairro por ano (2011-2023) foi obtida pela relação da Quantidade de casa do bairro X Geração per capita de resíduos, de acordo com Monteiro (2012).

Foi feita também a estimativa do “não atendimento” para as áreas do bairro que não são atendidas, utilizando a relação entre a População do Bairro x Produção de Resíduos Produzidos no Bairro.

O percentual de cobertura do serviço foi obtido pela relação da produção real (descontando as áreas não atendidas a cada ano) dividido pela produção total (com a população completa), sendo representado no Gráfico 03 abaixo:

Gráfico 03 – Estimativa de atendimento com coleta de resíduo sólido (%) no bairro São Sebastião no período de 2011-2023.



f) Drenagem do bairro

O Bairro São Sebastião, como em todo município de Teresina apresenta problemas de drenagem urbana há anos, como mau dimensionamento das galerias e bocas de lobos, sarjetas entupidas, falta de capina, que se intensificam com o aumento da urbanização em alguns pontos da cidade.

As Figuras 07 e 08 representam bem a falta de uma drenagem adequada, em dois pontos distintos do Bairro São Sebastião, visto que as sarjetas existentes são precárias, além de apresentar alguns detritos, como resíduo sólido e falta de capina, que colaboram para a realidade mostrada abaixo.

Mesmo sendo uma problemática antiga a situação ainda está distante de ser resolvida. Não há separação do sistema de drenagem e o de esgoto sanitário, já que as águas residuárias das residências são transportadas pelas sarjetas. O sistema de drenagem tem a finalidade de escoar as águas provenientes das precipitações, levando-as para o sistema de drenagem urbana, podendo ser bueiros ou galerias.

Figura 07 - Rua Dezoito, bairro São Sebastião mostrando uma grande poça d'água no meio da via, durante as chuvas no mês de agosto de 2023



Figura 08 - Rua Apinagé, bairro São Sebastião mostrando uma grande poça d'água no meio da via, durante as chuvas no mês de agosto de 2023



O funcionamento das estruturas de drenagens foi avaliado de forma qualitativa e, para homogeneizar com os demais indicadores, foi atribuído um valor dentro de um

espectro de valores designados para a qualidade da situação encontrada. As avaliações foram feitas “in situ”.

Para avaliar a eficiência do sistema de drenagem e sua relação com os problemas de doenças de veiculação hídrica no bairro, este estudo considerou fatores como a frequência de alagamentos, enchentes e inundações, a ocupação inadequada do solo, o descarte irregular de resíduos sólidos, o nível de urbanização da região, as áreas de menor cota altimétrica e os transtornos causados à população.

Além disso, foi analisada a existência e a funcionalidade do sistema de drenagem, bem como suas condições operacionais. Foi utilizada a Escala Likert para avaliar de forma quantitativa o aspecto qualitativo da drenagem, seguindo a metodologia aplicada por Nascimento (2022). Esse modelo consiste na qualificação dos sistemas, sendo avaliado as especificações com as faixas e parâmetros para adotar valores em porcentagem para as condições encontradas, juntamente com as análises realizadas sobre os indicadores que as estruturas apresenta para o bairro.

Para a avaliação o bairro foi dividido em 04 (quatro) quadrantes. Q1 compreendendo Vila Deus Proverá e Vila Andaraí, Q2 Renascença III e loteamento Jardim dos Pássaros, Q3 Residencial Todos os Santos e Conjunto Novo Milênio, Q4 Vila Araguaia e Conjunto São Paulo, analisando a qualidade das estruturas de drenagem e a frequência de alagamentos, enchentes e inundações.

Os valores foram atribuídos como nota de avaliação quantitativa da frequência de alagamentos, inundações e enchentes (Tabela 02), assim como da qualidade das estruturas de drenagem (Tabela 03).

Tabela 02 – Escala definida para frequência de alagamentos/inundações/enchentes

Indicador para frequência de alagamentos/inundações/enchentes		Quantificação	Intervalo Quantitativo
Quase nunca	Condição Excelente	1	86% - 100%
Raramente	Condição Boa	2	66% - 85%
Eventualmente	Condição Razoável	3	41% - 65%
Frequentemente	Condição Ruim	4	16% - 40%
Muito Frequentemente	Condição Péssima	5	0% - 15%

Fonte: Nascimento (2022).

Tabela 03 – Escala definida para a qualidade das estruturas de drenagem

Indicador da qualidade das estruturas de drenagem	Quantificação	Intervalo Quantitativo
Excelente	1	86% - 100%
Boa	2	66% - 85%
Razoável	3	41% - 65%
Ruim	4	16% - 40%
Péssima	5	0% - 15%

Fonte: Nascimento (2022).

A pontuação atribuída reflete o nível de funcionamento ou atendimento do sistema. Dessa forma, uma classificação “excelente” para alagamentos, inundações e enchentes indica que o sistema opera de maneira mais eficiente, resultando em uma pontuação mais elevada. Em contraste, uma avaliação “péssima” sinaliza um desempenho insatisfatório ou inexistente do sistema, justificando uma pontuação mais baixa. Os valores encontrados foram representados na Tabela 04 abaixo.

Tabela 04 – Valores atribuídos para o serviço de drenagem na área em estudo

		Condições de Drenagem (%)												
Quadrantes	Anos	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Vila Deus Proverá e Andaraí		32	34	39	41	45	40	41	42	44	45	43	41	45
Renascença III e Loteamento Jardim dos Pássaros		68	66	69	71	74	72	70	73	72	75	75	74	73
Residencial Todos os Santos e jardim dos Pássaros		55	57	60	59	61	63	63	61	60	64	64	65	65
Vila Araguaia e Conjunto São Paulo		46	45	47	48	44	47	50	51	55	53	51	56	58

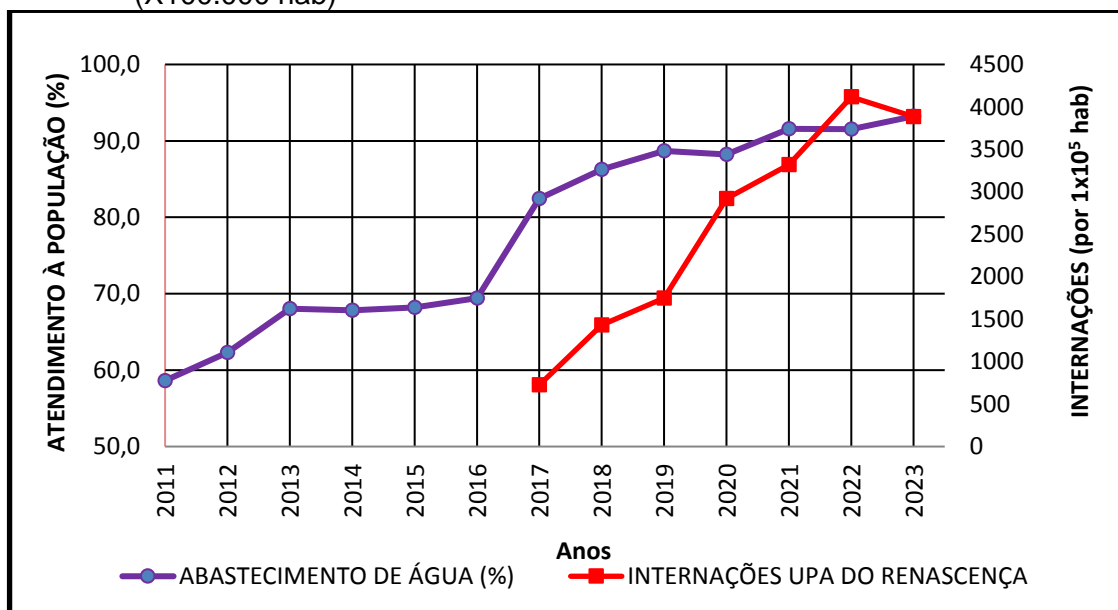
5. ANÁLISE DE RESULTADOS

Neste item são analisados os resultados obtidos. É comparada a evolução dos indicadores de Saneamento básico, no período estudado, com a quantidade de internações efetuadas no Centro de Atendimento que serve ao Bairro (UPA do bairro Renascença, vizinho à área de estudo). A unidade para representar a quantidade de internações foi transformada em taxa de atendimento por 100.000 habitantes, unidade coerente com as unidades dos indicadores que são apresentados em porcentagem de atendimento à população. Foi feito comparativo com os resultados obtidos para a cidade de Teresina por Nascimento (2022) com objetivo de verificar similitudes e diferenças.

5.1 Abastecimento de Água

O Gráfico 04 representa o comparativo entre a quantidade de atendimento na UPA do Renascença com a evolução na disponibilização do serviço de abastecimento de água entre os anos de 2011 até 2023. Os índices de abastecimento tiveram um aumento de aproximadamente 35% no intervalo da pesquisa, indicando o maior aumento registrado entre os anos de 2016-2017 (crescimento de 13,18%) e 2017-2018 (crescimento de 3,82%). Foi verificado que esse aumento se justificou pela legalização do serviço de abastecimento fornecido pela empresa Águas de Teresina, concessionária do serviço, contemplando todas as vilas que possuíam o serviço de maneira irregular, dentre elas as contidas no Bairro de São Sebastião.

Gráfico 04 – Atendimento de abastecimento de água potável (%) Vs taxa de internações (X100.000 hab)



Após esta legalização, os índices de abastecimento superaram os 80% em todos os anos posteriores, ocorrendo no ano de 2023 o seu maior indicador com o valor de aproximadamente 93%. De acordo com o Instituto Trata Brasil, o índice médio de abastecimento de água em Teresina é de 96%, podendo-se afirmar que a área em estudo possui uma alta taxa na distribuição do serviço para a população.

Ainda analisando o Gráfico 04, para um cenário ideal, na medida em que aumenta o atendimento ao abastecimento, a quantidade de internações tenderia a diminuir, porém os indicadores de internações tiveram acréscimos entre os anos de 2017 a 2022, mesmo com o aumento do serviço de abastecimento de água. Esse fator é relacionado a pandemia da Covid-19, sendo os casos atendidos na UPA do Renascença contabilizados como doenças relacionadas a veiculação hídrica já que a falta de higiene com as mãos foi um intensificador na propagação da doença.

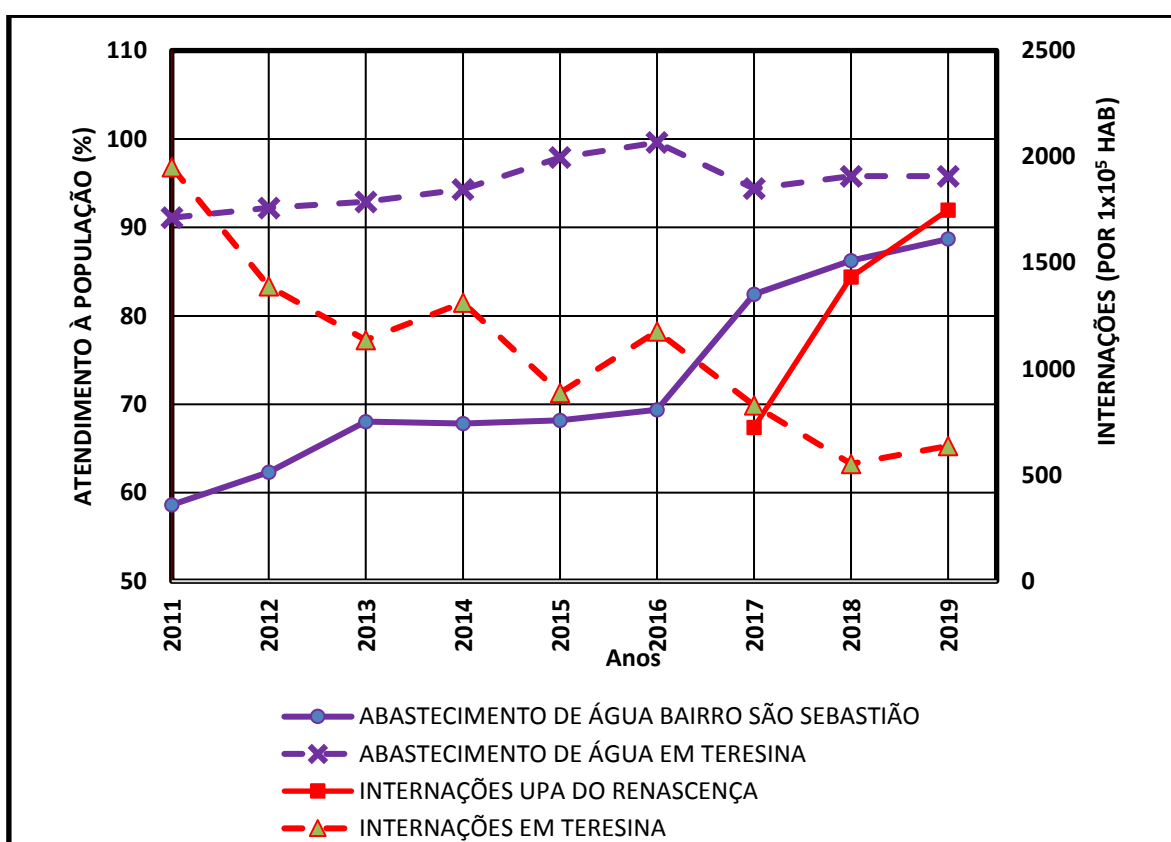
O ano de 2023 apresentou uma redução nos casos de internações, correspondendo, justamente, ao período em que o atendimento da população com o serviço de abastecimento atingiu os valores mais altos do período analisado, a saúde teve melhoras com o número de internações reduzidas, mostrando uma relação direta entre melhora do saneamento e melhora da saúde.

A ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico), na norma NR-11, que trata sobre as condições gerais para a prestação dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Brasil, preconiza, para um cenário

ideal, que todos tenham acesso ao abastecimento de água. Já no Bairro São Sebastião, provavelmente, este cenário ideal deve demorar a concretizar-se, devido a não uniformização existente no serviço de abastecimento. Essa não uniformização se deve ao constante surgimento de vilas, principalmente nas áreas de matas circunvizinhas ao Conjunto São Paulo. Com o surgimento de novas vilas a disponibilização do serviço não é feita de maneira rápida, uma vez que são ocupações irregulares, sendo feitas de maneira desordenada.

Com relação ao abastecimento de água, ao comparar com os resultados do estudo feito por Nascimento (2022), algumas diferenças e tendências significativas ao longo do tempo foram percebidas, como mostra o gráfico 05.

Gráfico 05 - Atendimento com abastecimento de água (%) Vs quantidade de internações em Teresina e bairro (2011-2019)



Comparando com o comportamento do indicador % população atendida com abastecimento de água Vs taxa de Internações por 100.000 habitantes, verifica-se que Teresina manteve-se relativamente estável, variando entre 90% e 98% ao longo dos anos, coerente com as taxas de internações que se apresentam com tendência

decrecente, começando com altos valores em 2011 e reduzindo gradualmente até 2019. Isso sugere que a cidade já possuía uma infraestrutura consolidada de fornecimento de água, com pequenas oscilações. Esse comportamento pode estar relacionado com a melhoria no abastecimento de água da cidade, uma vez que o acesso à água tratada reduz a incidência de doenças de veiculação hídrica, como diarreias e infecções gastrointestinais.

Por outro lado, no bairro São Sebastião o abastecimento de água apresentou um crescimento expressivo, partindo de 60% em 2011 e atingindo aproximadamente 90% em 2019. Esse crescimento pode indicar investimentos em infraestrutura e saneamento básico no bairro ao longo do período.

Já a taxa de internações gerais mostrou um padrão diferente, com variações ao longo dos anos e uma tendência de crescimento a partir de 2017. Isso pode indicar que, apesar do aumento no abastecimento de água do bairro, outros fatores influenciaram o aumento das internações, como surtos de doenças, crescimento populacional ou problemas no sistema de saúde.

Portanto, a cidade de Teresina apresentou uma relação clara entre o aumento no abastecimento de água e a queda nas internações, enquanto que no Bairro São Sebastião, mesmo com o aumento do atendimento à população no tocante ao serviço de abastecimento, houve um crescimento na taxa de internações, sugerindo a influência de outras variáveis.

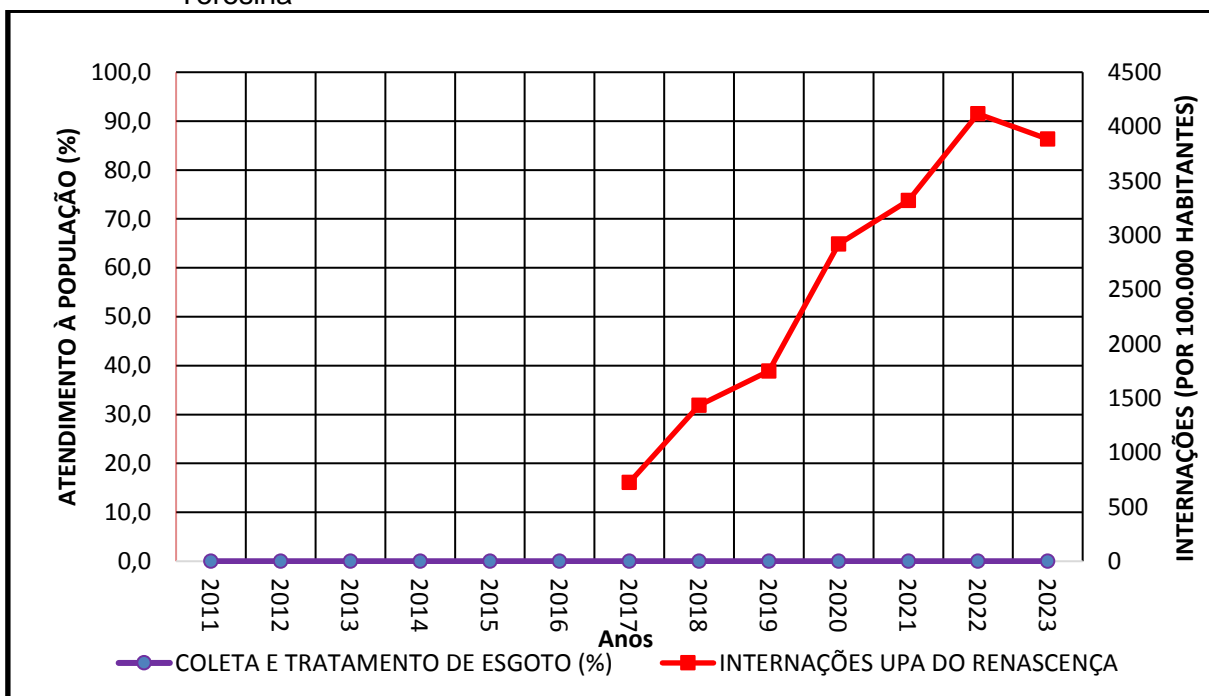
5.2 Esgotamento Sanitário: Coleta e Tratamento

O Bairro São Sebastião não possui sistema de coleta e tratamento de esgotamento sanitário, assim, a este indicador foi atribuído valor zero.

É indiscutível que as condições existentes relacionadas a este indicador (falta do sistema de coleta e tratamento de esgoto) foi o que mais influenciou no aumento de doenças e, conseqüentemente, na quantidade de internações da população, já que esta precariedade proporciona situações de vulnerabilidade e propensão para o surgimento de doenças.

O Gráfico 06 mostra o comparativo entre a Taxa e Internações na UPA do Renascença Vs Indicador de Coleta e Tratamento de Esgoto do bairro para o mesmo período da pesquisa.

Gráfico 06 – Atendimento de coleta de esgoto sanitário Vs quantidade de internações em Teresina

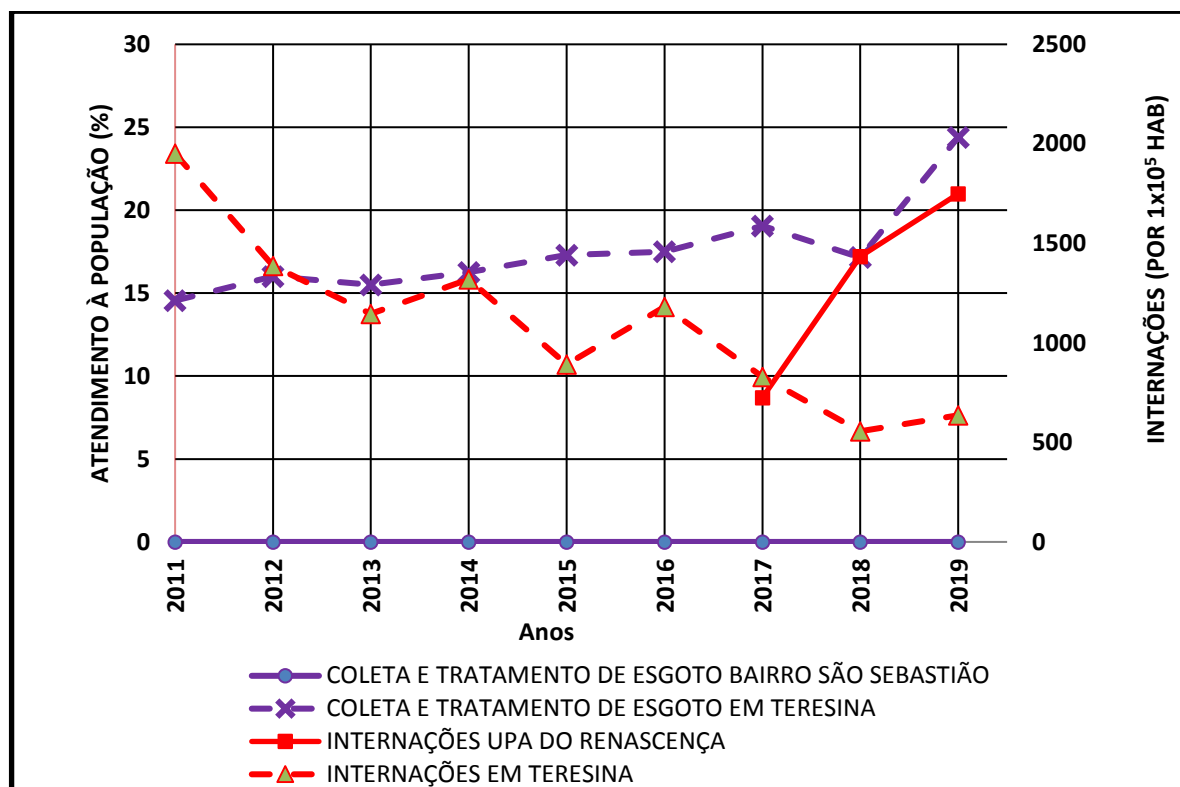


O Gráfico 06 apresenta duas variáveis ao longo dos anos de 2011 a 2023: a porcentagem da população atendida por coleta e tratamento de esgoto (linha azul), indicando inexistência do sistema de coleta e tratamento de esgoto atrelado à falta de investimento no saneamento básico e à taxa de internações por habitantes, mostrando assim a incidência negativa da ausência do sistema de esgotamento sanitário na saúde pública, do bairro, já que a falta de saneamento básico está diretamente ligada à propagação de doenças infecciosas, como diarreia, hepatite A e outras infecções gastrointestinais. O crescimento contínuo das hospitalizações ao longo dos anos sugere que a situação sanitária está piorando, possivelmente devido ao crescimento populacional sem a devida infraestrutura de esgoto.

Como apontado anteriormente, o pico das internações em 2022 pode estar relacionado a surto epidêmico da Covid-19 ou a uma deterioração mais intensa das condições de saúde pública. A leve redução em 2023 pode ser resultado de medidas emergenciais ou mudanças no sistema de saúde. No entanto, sem investimentos em saneamento, a tendência de alta nas internações pode continuar agravando os problemas de saúde pública e os custos hospitalares.

O gráfico 07 apresenta a evolução da coleta e tratamento de esgoto no município de Teresina Vs taxa de internações, comparados com as do bairro São Sebastião.

Gráfico 07 - Comparativo do atendimento com coleta e tratamento de esgoto (%) Vs taxa de internações entre a cidade de Teresina e o bairro São Sebastião (2011-2019)



A análise comparativa entre a cidade de Teresina e o Bairro São Sebastião com relação à incidência do indicador tratamento de esgoto na saúde pública, revelou diferenças significativas ao longo dos anos.

Observa-se que Teresina, embora baixa, manteve uma cobertura relativamente estável ao longo do tempo, variando entre 15% e 25%. Apesar das oscilações, nota-se uma leve tendência de crescimento entre 2013 e 2017, seguida de uma queda no ano de 2018. Isso pode indicar investimentos em infraestrutura que não se mantiveram constantes.

Já a situação no bairro São Sebastião, onde não há coleta de esgoto, sugere que a região não recebeu investimentos significativos neste seguimento do saneamento básico, o que incidiu negativamente a saúde da população local.

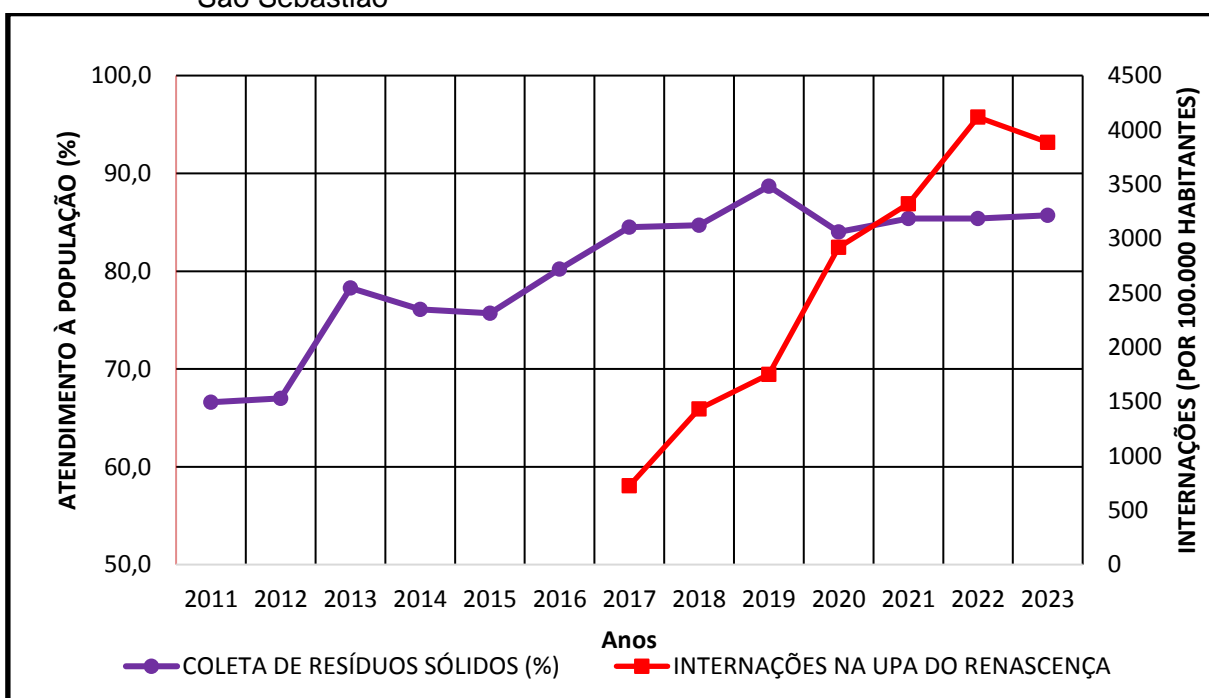
A principal diferença entre as duas regiões é que, enquanto Teresina teve uma infraestrutura de esgoto embora baixa, o bairro São Sebastião permaneceu sem esse serviço essencial. Com isso, a taxa de internações da UPA do Renascença cresceu ao longo dos anos, já em Teresina, a oscilação da taxa de internação sugere a influência de múltiplos fatores na saúde pública da cidade.

5.3 Resíduos sólidos: Coleta e destinação

No Bairro São Sebastião o serviço de coleta de Resíduos Sólidos acontece 03 (três) vezes por semana, apresentando valores razoáveis (taxa sempre acima de 60%) de atendimento à população, conforme constatado. Foi observado crescimento progressivo deste serviço (aumento de 19%) no período pesquisado.

O Gráfico 08 apresenta a relação entre a coleta de resíduos (% de atendimento à população) e a taxa de internações, por 100.000 habitantes, ao longo dos anos de 2011 a 2023 no Bairro.

Gráfico 08 – Atendimento de coleta de resíduos sólidos Vs taxa de internações no bairro São Sebastião



Observa-se que a coleta de resíduos sólidos teve crescimento até 2013, com certa estabilidade e pequenas oscilações nos anos seguintes, mantendo-se acima de 80% a partir de 2016. Isso indica uma cobertura relativamente alta desse serviço essencial.

Por outro lado, a taxa de internações por habitante apresenta um crescimento significativo a partir de 2017, alcançando um pico em 2022 e apresentando uma leve queda em 2023. Esse aumento contínuo nas hospitalizações pode indicar que, apesar da coleta de resíduos estar em níveis elevados, outros fatores, como saneamento inadequado, abastecimento de água ainda não atingiu o cenário ideal (100% do

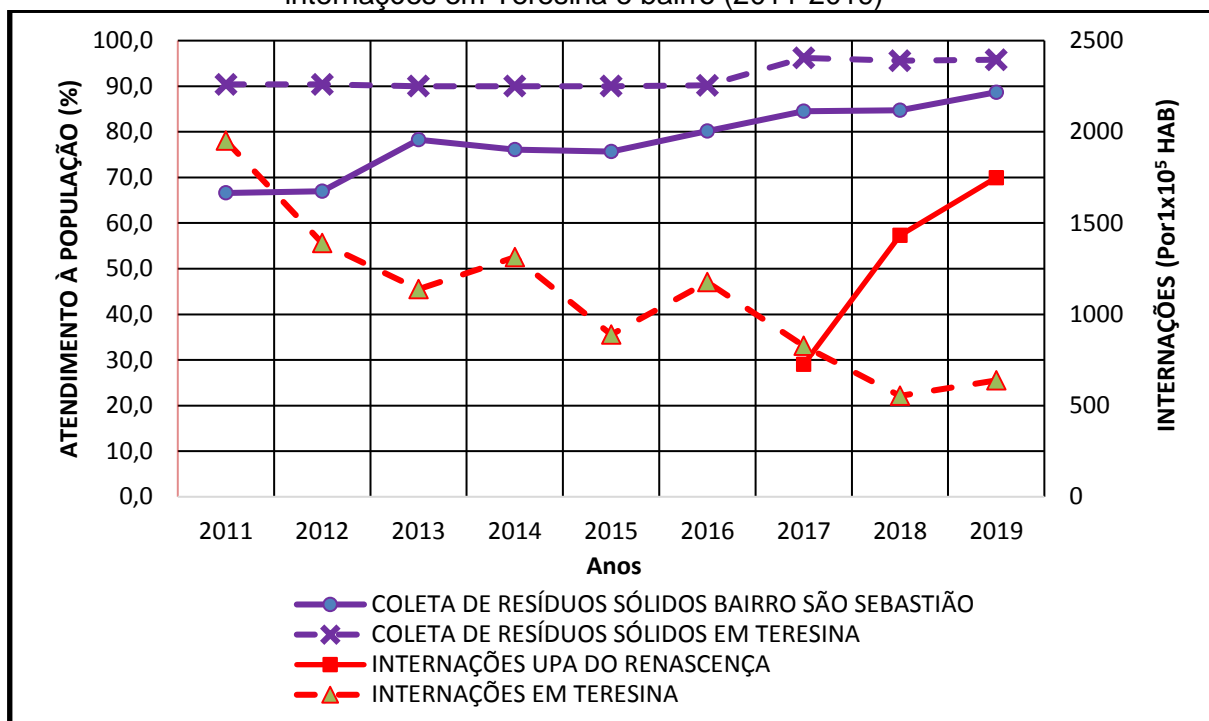
atendimento) ou surtos de doenças, podem estar impactando negativamente a saúde pública.

Ou seja, a melhoria desse serviço isoladamente não é suficiente para reduzir problemas de saúde da população. Doenças infecciosas, como diarreias e infecções respiratórias podem estar associadas à falta de saneamento básico ou à má gestão de resíduos sólidos, o caso aponta para o primeiro fator.

O pico de internações em 2022 pode estar relacionado a crises sanitárias, surtos epidêmicos ou até mesmo à sobrecarga do sistema de saúde pós-pandemia. A leve queda em 2023 pode indicar medidas de contenção ou melhorias pontuais no atendimento hospitalar. No entanto, sem uma abordagem integrada que envolva saneamento, educação ambiental e infraestrutura de saúde, o risco de novas altas nas internações permanece elevado.

O comportamento deste indicador no bairro também mostra diferenças com os da cidade de Teresina, como mostra o gráfico 09. Em Teresina, a coleta de resíduos sólidos se manteve em constante elevação ao longo do tempo, variando aproximadamente entre 90% e 97% de cobertura. Isso indica um serviço de limpeza urbana bem estabelecido, garantindo um atendimento regular à população, o que incidiu na queda de internações, provavelmente devido a melhorias nos serviços básicos, como a ampliação da coleta de resíduos sólidos e o acesso a condições sanitárias mais adequadas.

Gráfico 09 - Atendimento com coleta de resíduos sólidos (%) Vs de internações em Teresina e bairro (2011-2019)

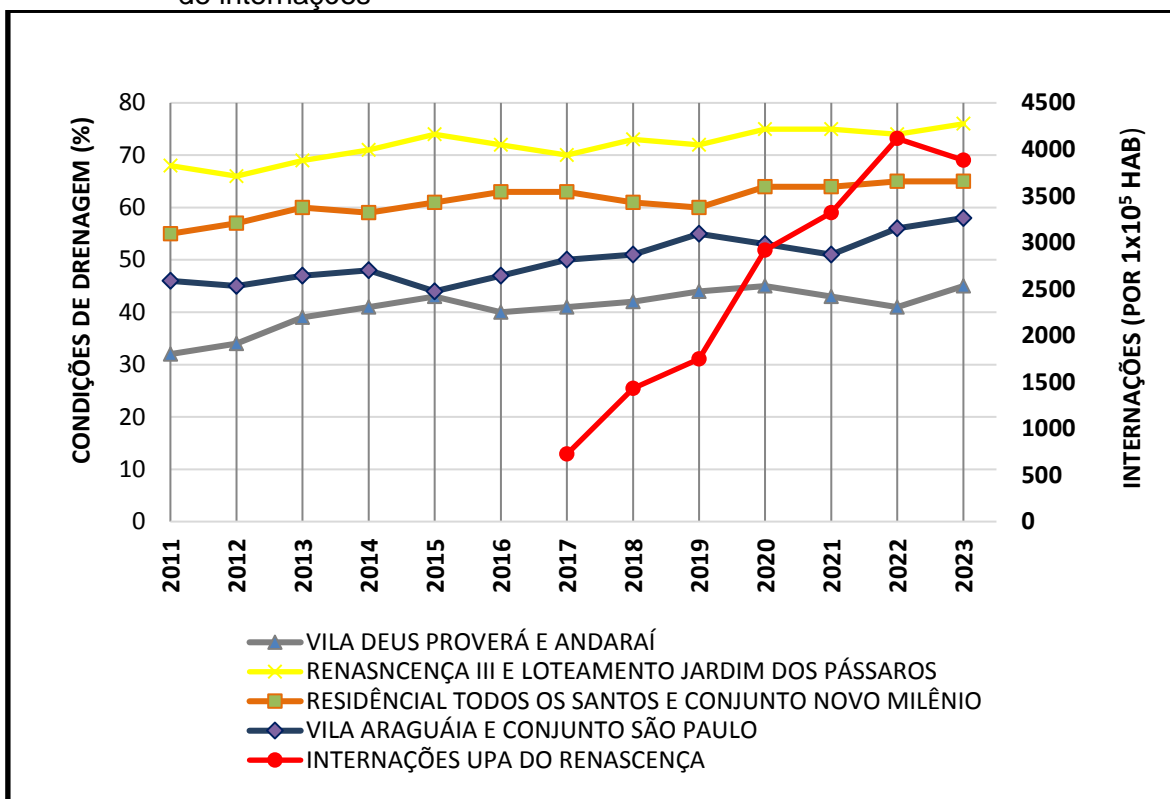


Já no bairro São Sebastião a coleta de resíduos sólidos apresentou um crescimento gradual. Em 2011, o atendimento estava próximo de 60% e, ao longo dos anos, aumentou progressivamente, atingindo quase 90% em 2019. Esse crescimento indica que houve melhorias na infraestrutura de limpeza urbana na região.

5.4 Condições de Drenagem

Para uma comparação mais precisa dos parâmetros analisados, o indicador da frequência de alagamentos e a qualidade das estruturas de drenagem de cada área em que foi dividido o bairro, foram atribuídos valores (em %) de acordo às condições de drenagem encontradas nas áreas em que o bairro foi dividido a cada ano. Em seguida, foi calculada a média desses valores, de modo a representar as condições de drenagem em cada ano do período analisado fazendo uma comparação com os dados de internação (Gráfico 10).

Gráfico 10 – Condição média de drenagem do bairro São Sebastião, por área Vs quantidade de internações



O gráfico 10 apresenta a evolução das condições de drenagem (%) nas diferentes regiões em que foi dividido o bairro e a taxa de internações ao longo dos anos de 2011 a 2023. A análise dos dados revela tendências contrastantes entre a melhoria das condições de drenagem e o aumento da taxa de internações.

As linhas representam as condições de drenagem em diferentes regiões do bairro sendo que a região do "Renascença III e Loteamento Jardim dos Pássaros" apresentam os melhores índices ao longo dos anos, mantendo-se acima de 70%. Outras localidades, como "Vila Deus Proverá e Vila Andaraí" e "Vila Araguaia e Conjunto São Paulo", mostram uma melhoria gradual, mas ainda permanecem em patamares mais inferiores (abaixo de 60%).

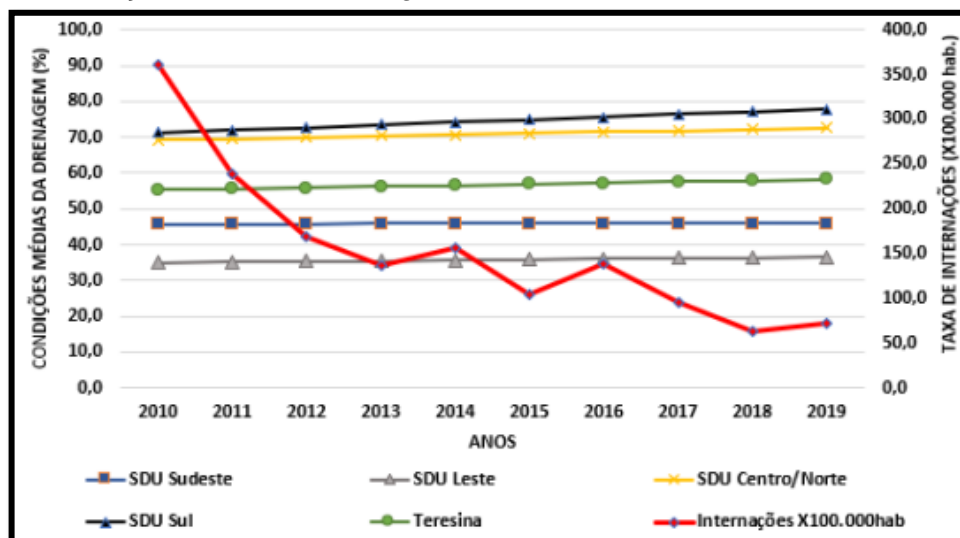
A "Taxa de Internações", teve um crescimento acentuado a partir de 2017. Enquanto as condições de drenagem apresentam uma tendência de melhoria, esse aumento nas internações sugere que não são as condições da drenagem as que contribuem para os problemas de saúde na população.

A partir de 2020, observa-se um crescimento ainda mais expressivo nas internações, que cuja taxa ultrapassa 500 internações por 100.000 habitantes em 2022. Esse aumento pode estar relacionado a eventos climáticos extremos, surtos de

doenças ou outros fatores ambientais que não foram diretamente impactados pelas melhorias na drenagem, além da inexistência da falta de esgotamento sanitário.

Observa-se que o indicador de Drenagem no bairro apresenta variação similar ao desse seguimento do saneamento básico em Teresina (Figura 09), que, de acordo com Nascimento (2022), apresenta aumento no atendimento à população.

Figura 09 – Condições média de drenagem das SDUs e Teresina Vs taxa de internações



Fonte: Nascimento (2022).

Com os dados da Condição Média de Drenagem do Bairro São Sebastião Vs Taxa de Internações e a Figura 09 é possível verificar a relação do serviço de drenagem do Bairro São Sebastião com a cidade de Teresina ao longo dos anos.

Na Figura 09 revela uma variação expressiva nas condições de drenagem das áreas analisadas dentro do bairro. Algumas regiões apresentam uma melhoria gradual ao longo do tempo, enquanto outras permanecem com índices baixos. No entanto, a taxa de internações cresce de forma significativa a partir de 2017, atingindo um pico em 2023.

Pode ser apreciada como uma visão geral das condições gerais de drenagem da cidade de Teresina, que se mantêm relativamente estáveis, com pequenas variações entre as diferentes regiões. A taxa de internações apresenta uma forte queda entre 2010 e 2013, seguida de oscilações, mas mantendo uma tendência de baixa ao longo dos anos, mantendo a mesma faixa dos valores encontrados na área em estudo.

Destaca-se a Zona Sudeste, onde se localiza o bairro que apresenta condições médias de drenagem relativamente estáveis ao longo dos anos, girando em torno de 50%. Em comparação com o Gráfico 07, dados do Bairro São Sebastião, algumas regiões possuem melhores condições de drenagem, como o Renascença III e loteamento Jardim dos Pássaros (acima de 70%), enquanto outras, como Vila Araguaia e Conjunto São Paulo, têm valores mais baixos.

A taxa de interações na Zona Sudeste apresenta tendência de queda, saindo de cerca de 90 interações por 100.000 habitantes em 2010 para valores entre 100 e 150 nos últimos anos. Em contrapartida, no bairro, a taxa cresce de forma expressiva a partir de 2017, ultrapassando 500 interações. Isso indica que, enquanto a Zona Sudeste mantém certa estabilidade tanto na drenagem quanto nas interações, algumas áreas registram melhorias na drenagem, mas um crescimento também nas interações.

A Tabela 05 mostra, de forma resumida, o comparativo do comportamento de cada segmento do saneamento básico entre Teresina (Nascimento, 2022) e as apuradas para o Bairro São Sebastião neste trabalho.

Tabela 5 – Atendimento de água, esgotamento sanitário, coleta de resíduo sólido e taxa de internações de Teresina e Bairro São Sebastião no período 2010-2019

Ano	Atendimento AA (%)		Coleta Esgoto (%)		Tratamento de Esgoto (%)		Coleta Resíduo Sólido (%)		Taxa internações		
	Bairro	Teresina	Bairro	Teresina	Bairro	Teresina	Bairro	Teresina	Bairro (Quant.)	Bairro (1x10 ⁵)	Teresina (1x10 ⁵)
2011	58,6	91,1	0	16,0	0	40,7	66,6	90,4	Sem Dados	Sem Dados	1.951
2012	62,3	92,2	0	16,3	0	39,0	67,0	90,4	Sem Dados	Sem Dados	1.390
2013	68,1	92,8	0	17,9	0	46,6	78,3	90,0	Sem Dados	Sem Dados	1.137
2014	67,8	94,4	0	19,1	0	50,6	76,1	90,0	Sem Dados	Sem Dados	1.313
2015	68,2	97,7	0	20,0	0	54,7	75,7	90,0	Sem Dados	Sem Dados	888
2016	69,4	99,7	0	23,5	0	44,6	80,2	90,2	Sem Dados	Sem Dados	1.177
2017	82,5	94,3	0	18,4	0	46,3	84,5	96,1	88	725	828
2018	86,3	95,6	0	29,3	0	48,0	84,7	95,6	175	1.432	553
2019	88,7	95,6	0	34,0	0	45,6	88,7	95,8	215	1.748	637

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente estudo analisou em que medida a situação dos serviços de saneamento básico (coleta de resíduos sólidos, esgotamento sanitário, fornecimento de água para abastecimento e a drenagem) existentes no Bairro São Sebastião, Teresina-PI, influenciou na saúde pública da população.

A pesquisa atende uma das recomendações de Nascimento (2022) em seu estudo sobre “A INFLUÊNCIA DO SANEAMENTO BÁSICO NA SAÚDE PÚBLICA DO MUNICÍPIO DE TERESINA”, que recomenda realizar estudos zoneados, com pesquisas diretas nas unidades de saúde de cada zona delimitada ou bairro e levantamentos de informações nas instituições públicas relacionadas aos indicadores estudados.

Os resultados revelam que no bairro existe uma infraestrutura de saneamento ainda insuficiente, resultando em desafios como a presença de esgoto a céu aberto, descarte inadequado de resíduos sólidos e falta de acesso universal à água potável. Isso entra em conflito com a legislação vigente, que determina a necessidade de garantir condições adequadas de salubridade ambiental para a população.

Normas técnicas como a ABNT NBR 9648 (relativa ao sistema de esgotamento sanitário) e a ABNT NBR 10004 (classificação de resíduos sólidos) citadas no trabalho não são seguidas, o que indica que a situação real do bairro não se encontra em conformidade com os padrões exigidos nessas normas.

Esta situação sugere que as ações voltadas ao saneamento básico precisam ser complementadas com políticas públicas voltadas a fatores como à saúde, saneamento e monitoramento ambiental.

Dentre as causas dessa situação, destacam-se a infraestrutura de saneamento básico ainda insuficiente, o crescimento populacional desordenado, fatores ambientais como o descarte inadequado de resíduos e, o mais incidente, a falta de sistema de coleta e tratamento de esgoto sanitário, que faz com que as águas residuárias corram junto com as águas pluviais espalhando a poluição na área. Mesmo com o avanço de todos os seguimentos de saneamento básico da área estudada, a presença de esgoto a céu aberto, a falta de água potável em algumas regiões, o descarte de “lixo” em locais inapropriados, expondo a população a agentes patogênicos e assim contribuindo à permanência dos problemas de saúde.

Para melhorar esse cenário, é essencial que sejam implementadas ações integradas entre os setores de infraestrutura, saúde e meio ambiente. Algumas

medidas recomendadas incluem a ampliação dos investimentos em saneamento básico, que possa garantir a coleta e tratamento das águas residuárias; o monitoramento contínuo das condições de drenagem e da qualidade da água; campanhas de educação sanitária/ambiental para conscientizar a população sobre boas práticas de higiene e descarte de resíduos, evitando o entupimento das estruturas de drenagem. Além disso, a fiscalização rigorosa da ocupação irregular do solo e a criação de políticas de habitação sustentável são fundamentais para evitar a degradação ambiental e os riscos associados à saúde pública, não se limitando somente a área em estudo, mas em todas as regiões do País que enfrentam o problema do crescimento urbano.

Em resumo, as análises do saneamento básico Vs saúde pública do bairro indicam avanços em infraestrutura, mas alerta para a necessidade de medidas integradas que combatam os fatores que impulsionam o crescimento de casos de doença de veiculação hídrica, mostrados pelo número crescente das internações, que garantam um impacto positivo na saúde pública.

Dessa forma, para melhorar esse cenário, é essencial investir na ampliação da rede de esgoto e melhorar a drenagem urbana, prevenindo alagamentos e doenças. Campanhas de educação ambiental e programas de reciclagem devem ser intensificados para reduzir o descarte irregular de resíduos. O monitoramento da qualidade da água e a fiscalização contra despejos irregulares são fundamentais. Além disso, a mobilização comunitária é essencial para reivindicar melhorias. Com ações integradas e investimentos adequados, a saúde da população poderá ser significativamente aprimorada. A implantação do sistema de coleta e tratamento de esgoto é fundamental para a melhoria da saúde pública do bairro, pois é o indicador que mantém, ainda no bairro, a situação de crescimento do número de internações por causa de doenças de veiculação hídrica.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9648: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

ÁGUAS DE TERESINA, 2021. **Esgotamento Sanitário**. Disponível em: <<https://www.aguasdeteresina.com.br/esgotamento-sanitario/>>. Acesso em: 09 de outubro de 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

AIRES, T. R. B.; OLIVEIRA, J. M.; Cordeiro, D. H. G.; PACHECO, L. L. L.; SILVA, M. H. A. & Freitas, S. X. **Degradação do asfalto causado por drenagem urbana ineficiente**. Ceres: Associação Educativa Evangélica, 2018.

BESEN, G. R. **Resíduos sólidos: vulnerabilidades e perspectivas**. In: SALDIVA P. et al. Meio ambiente e saúde: o desafio das metrópoles. São Paulo: Ex Libris, 2010.

BORJA, P. C.; MORAES, L. R. S. **O Saneamento como um direito social**. In: IX Exposição de Experiências Municipais em Saneamento – 35ª Assembléia Nacional da Assemae. Belo Horizonte: Assemae, 2005. Disponível em: <http://www.semasa.sp.gov.br/admin/biblioteca/docs/pdf/35Assemae125.pdf> Acesso em: 12 de janeiro de 2024.

BRASIL. **Lei nº 11.445, 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.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Relatório de Gestão Relato Integrado**, 2018. 127p

CASTANHETTI. **A falta de sistemas de tratamento de esgoto doméstico em zona rural e suas consequências**. Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação Lato da Universidade do Sul de Santa Catarina. Santa Catarina, p. 36, 2017.

DANTAS, F. F.; D'ÁVILA, K. G.; SILVA, D. R. **Efeito da vacinação nas hospitalizações e mortalidade por COVID-19**. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, v. 49, n. 4, e20230254, 2023.

DELUPO, F. F. S. dos et al. **O desenvolvimento do saneamento básico no Brasil e as consequências para a saúde pública**. *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, v.4, n.1. 241-251 (2018).

DIÁRIO OFICIAL DO MUNICÍPIO (DOM). **Plano municipal de saneamento básico de Teresina – PI/ Produto 02 – diagnóstico da situação do saneamento básico**. Anexo ao DOM nº 2248, p.225/247/347 – Teresina – Ano 2018.

DATASUL. **Impacto do saneamento no Sistema Único de Saúde. Relatório Técnico**, 2013.

ECODEBATE. **A cada dólar investido em saneamento, economiza-se 4,3 dólares em custos de saúde global.** *Ecodebate*, 2014. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/>. Acesso em: 14 de novembro de 2023.

FACULDADE INESUL. *Uma Pesquisa sobre a Peste Negra*. Disponível em: https://www.inesul.edu.br/revista/arquivos/arg-idvol_72_1616533503.pdf. Acesso em: 21 mar. 2024.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Relatório de Gestão 2021**. Brasília, DF: FUNASA, 2021. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/biblioteca-eletronica/publicacoes/estudos-e-pesquisas1?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=400614&_101_type=document&inheritRedirect=false>. Acesso em: 17 de março de 2024.

FREITAS, Marco Aurélio Vasconcelos de & SANTOS, Afonso Henriques Moreira. **Importância da Água e da Informação Hidrológica**. In: O Estado das Águas no Brasil. Brasília: ANEEL e ANA, 1999.

FREITAS, C. M et al. **Vulnerabilidade socioambiental, redução de riscos de desastres e construção da resiliência: lições do terremoto no Haiti e das chuvas fortes na Região Serrana, Brasil** (2012, p.10).

GARCIA. M. S. D.; FERREIRA. M. de P. **Saneamento Básico: meio ambiente e dignidade humana**. Dignidade Re-Vista, [S.l.], v. 2, n. 3, p.12, julho 2017. ISSN 2525-698X.

GUIMARÃES, M. V., NAIME, R. H., & FIGUEIREDO, J. A. S. (2017). **O Consumismo e a Geração de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil**. Revista Eletrônica Em Gestão, Educação E Tecnologia Ambiental, 8(8), 1700–1712. <https://doi.org/10.5902/223611706380>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico 2010**: Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

INMET. **Balanço**. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/uploads/notastecnicas/BALAN%C3%87O_-TERESINA_abril_2023_acs.pdf. Acesso em: 13 outubro de 2023.

LINARD, P.A R. G. (2017) **Drenagem compensatória e sua aplicação em uma área da UFRN** (Bachelor's thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Norte).

MARQUES, E. C. **Equipamentos de saneamento e desigualdades no espaço metropolitano do Rio de Janeiro**. Cadernos de Saúde Pública, v. 12, n. 2, p. 181–193, jun. 1996.

MONTEIRO, José Henrique Penido; ZVEIBIL, Victor Zular. **Manual de**

Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Instituto Brasileiro de Administração Municipal. Disponível em: < <http://www.resol.com.br/>>. Acesso em: 13 de janeiro de 2025.

MORAES, L. R. S.; BORJA, P. C. **Revisitando o conceito de saneamento básico no Brasil e em Portugal.** Revista do Instituto Politécnico da UFBA/Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento. Bahia, 2014.

MENDONÇA, Paulo César de. **Reflexões sobre o saneamento básico na zona urbana de Mossoró / RN.** Caicó, RN: 2020. 50f. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ensino Superior do Seridó.

NASCIMENTO, J. **A Influência do Saneamento Básico na Saúde Pública do Município de Teresina.** Trabalho de Conclusão de Curso Engenharia Civil, Universidade Estadual do Piauí (UESPI). Piauí, p.90,2022.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU, 2020). **Mais de 4,2 bilhões de pessoas vivem sem acesso a saneamento básico.** Disponível em: Acesso em: fevereiro de 2023.

PAINEL SANEAMENTO BRASIL. **Indicadores de resíduos sólidos.** Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/>. Acesso em: 16 fev. 2025.

PENA, F. do P. **Estudo dos indicadores existentes no saneamento e suas possíveis inconsistências – estudo de caso de Itabaiana/PB.** Universidade regional do noroeste do estado do Rio Grande do Sul – UNIJUI. Ijuí/RS, 2015.

PEREIRA, Ana Maria de Almeida; SOUZA, Rubens Borba de; SILVA, Maria Beatriz Nizza da. **Dicionário da História da Colonização Portuguesa no Brasil,** Lisboa: Ed. VERBO, 2010.

PORTAL AZ.**Bairro São Sebastião enfrenta problemas com resíduos sólidos e inundações.** Portal AZ, 2019. Disponível em: <https://www.portalaz.com.br/>. Acesso em: Acesso em 13 de janeiro de 2024.

REZENDE, R.M; LEITE, J.F. **A drenagem urbana de águas pluviais e seus impactos cenário atual da Bacia do Córrego Vaca – Brava Goiânia-GO,** 2010.

REZENDE, O. M. **Avaliação de medidas de controle de inundações em um plano de manejo sustentável de águas pluviais aplicado à Baixada Fluminense.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

RIZZOTTO, Maria Lucia Frizon; COSTA, Ana Maria; LOBATO, Lenaura de Vasconcelos da Costa. **Crise climática e os novos desafios para os sistemas de saúde: o caso das enchentes no Rio Grande do Sul/Brasil.** Saúde em Debate, [S. l.], v. 48, n. 141 abr-jun, p. e141ED, 2024. Disponível em: <https://www.saudeemdebate.org.br/sed/article/view/9837>. Acesso em: 4 mar. 2025.

ROMANELLO, M. V. D. **O saneamento básico como direito fundamental: uma análise jurídica dos desafios enfrentados na cidade de Salvador/BA**, 2019.

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO (SEMPPLAN, 2023). **Mapas de Teresina**. Disponível em: <<https://semplan.pmt.pi.gov.br/mapas-interativos/>> Acesso em: janeiro de 2023.

SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico Temático Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2020. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/Snis/RESIDUOS_SOLIDOS/2020/3_DIAGNOSTICO_TEMATICO_INFRAESTRURA_PARA_OS_SERVICOS_RS_SNIS_SET_2022.pdf>. Acesso em: 13 de março de 2024.

TERESINA. Lei Complementar 4.973 de 26 de dezembro de 2016. **Institui os objetivos e metas para o Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Teresina e dá outras providências**.

TERESINA (Cidade). Prefeitura Municipal de Teresina. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação – SEMPLAN. **Relatório de Planejamento Estratégico e Gestão**. Piauí, 2020.

TERESINA, Prefeitura Municipal de Teresina. **Diagnóstico do Saneamento Básico da Região Integrada de Desenvolvimento (Ride) Grande Teresina. Diagnóstico Analítico**. 177p. 2016.

VICTORA CG. Diarrheamortality: whatcantheworldlearnfromBrazil?JPediatr (Rio J). 2009;85(1):3-5.

VIDIGAL, C. **Análise da Influência do Saneamento Básico na Saúde da População do Município de Barbacena – MG**. Trabalho de Conclusão de Curso Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Juiz de Fora. Minas Gerais, p. 46, 2015.

WEISZFLOG, M. **Princípio do Tratamento de Esgotos** – princípios do Tratamento Biológico de Águas residuárias, 1Ed.,BeloHorizonte:Editora UFMG, 2006.Volume 2.

WERNECK, J & SCORALICK J. **Saneamento Básico e Sua Relação com o Meio Ambiente e a Saúde Pública**. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização Em Análise Ambiental, UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA (UFJF). Minas Gerais, p.28,2010.

ZAGO, Mayara; DUSI, Luciane. **Tratamento de esgoto por fossa séptica e unidades complementares: estudo de caso na cidade de Fraiburgo-SC**. *IGNIS: Periódico Científico de Arquitetura e Urbanismo, Engenharias e Tecnologia de Informação*, v. 6, n.2,p.1-10,2017.