



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DA SAÚDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO**  
**AMBIENTE - PRODEMA**

**MILENA OLIVEIRA JORGE PEREIRA**

**ANÁLISE DOS RISCOS E VULNERABILIDADES AMBIENTAIS E SEUS**  
**IMPACTOS NA SAÚDE DA POPULAÇÃO RESIDENTE EM UMA BACIA**  
**HIDROGRÁFICA EM SÃO LUÍS-MA**

**SÃO LUÍS – MA**  
**2024**

**MILENA OLIVEIRA JORGE PEREIRA**

**ANÁLISE DOS RISCOS E VULNERABILIDADES AMBIENTAIS E SEUS  
IMPACTOS NA SAÚDE DA POPULAÇÃO RESIDENTE EM UMA BACIA  
HIDROGRÁFICA EM SÃO LUÍS-MA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Maranhão para obtenção do grau de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. José Aquino Junior

**SÃO LUÍS – MA  
2024**

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Pereira, Milena Oliveira Jorge.

ANÁLISE DOS RISCOS E VULNERABILIDADES AMBIENTAIS E SEUS  
IMPACTOS NA SAÚDE DA POPULAÇÃO RESIDENTE EM UMA BACIA  
HIDROGRÁFICA EM SÃO LUÍS-MA / Milena Oliveira Jorge  
Pereira. - 2024.

83 f.

Orientador(a): José Aquino Júnior.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em  
Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do  
Maranhão, São Luís, 2024.

1. Saúde Ambiental. 2. Doenças Transmitidas Pela  
Água. 3. Análise Espacial. 4. Saúde Pública. 5.  
Conservação dos Recursos Hídricos. I. Júnior, José  
Aquino. II. Título.

**MILENA OLIVEIRA JORGE PEREIRA**

**ANÁLISE DOS RISCOS E VULNERABILIDADES AMBIENTAIS E SEUS  
IMPACTOS NA SAÚDE DA POPULAÇÃO RESIDENTE EM UMA BACIA  
HIDROGRÁFICA EM SÃO LUÍS-MA**

Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio  
Ambiente da Universidade Federal do  
Maranhão para obtenção do grau de Mestre  
em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. José Aquino Junior

**Aprovada em: 17/12/2024**

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Dr. José Aquino Junior  
Universidade Federal do Maranhão**

**1º Examinador  
Prof. Dr. Leonardo Silva Soares  
Universidade Federal do Maranhão**

**2º Examinador  
Profa. Dra. Luciana da Silva Bastos  
Universidade Estadual do Maranhão**

## **AGRADECIMENTOS**

Inicialmente agradecer a Deus, por ter me guiado sempre em retidão, sem me permitir desvirtuar da trajetória acadêmica.

A minha família, sempre presente nos bons e ruins momentos, em especial às minhas filhas, Manuela, Mariana e Mariela.

Aos amigos e colegas que de alguma maneira se tornaram parte desta construção, mesmo quando a escuridão queria atrapalhar minha caminhada.

Ao meu orientador, sempre presente, prestativo, atencioso, humano, amigo e acreditando que ao final tudo sairia conforme o planejado, você foi fundamental nessa conquista.

A todos, minha eterna gratidão.

*“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ainda ninguém pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”*

*Arthur Schopenhauer*

## RESUMO

Uma das metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) é alcançar, até 2030, o acesso universal e equitativo à água potável, segura e acessível para todos. Observa-se que na bacia hidrográfica do Bacanga, localizada no município de São Luís, as intervenções humanas sobre o ambiente têm ocasionado alterações que influenciam no nível de saúde da população residente na região. A relação entre o ambiente, o saneamento básico e as doenças de veiculação hídrica, nos possibilitou identificar situações que expõem a população aos agravos em saúde. Por meio desta pesquisa, buscou-se responder: qual a relação entre saúde e ambiente enfrentada pela população residente na região da Bacia Hidrográfica do Bacanga? Parte-se da hipótese de que as intervenções antrópicas têm atuado diretamente na qualidade ambiental da bacia, e a poluição decorrente dessas intervenções, interfere diretamente na saúde desta população. Como objetivo geral buscou-se analisar os riscos ambientais e os seus impactos na saúde da população residente na bacia hidrográfica do Bacanga. Trata-se de um estudo ecológico, de abordagem sistêmica, pesquisa observacional e descritiva. Nos procedimentos metodológicos, a amostragem de população do estudo é pautada em dados secundários de acesso e domínio público, extraídos do Sistema de Informações Hospitalares, cujos critérios de inclusão foram a ocorrência de registros de internações hospitalares, com diagnóstico principal de diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível, código de endereçamento postal dentro dos limites da bacia, no período de 2020 a 2022. Foram aplicadas técnicas geoestatísticas para analisar a distribuição espacial das internações por Doenças de Veiculação Hídrica. Também foi realizada investigação *in loco* atrelada a pesquisa iconográfica e avaliação da paisagem a partir da percepção ambiental. Como resultado constatou-se: a concentração dos agravos dentro dos limites da área de estudo, majoritariamente no perímetro urbano do município de São Luís – Estado do Maranhão; registro de casos com localização limítrofe a territórios de municípios circunvizinhos; uma heterogeneidade na distribuição dos agravos, quando avaliado a temporalidade, com uma maior amplitude no ano de 2022; e ainda, a presença de dois agrupamentos de casos, sendo um dentro da área de estudo e o outro em área de fronteira entre municípios da ilha do Maranhão. Conclui-se como importante a implementação de técnicas geoestatísticas que auxiliam na análise da distribuição dos eventos em saúde, neste caso, das doenças de veiculação hídrica.

PALAVRAS-CHAVES: Saúde Ambiental, Doenças Transmitidas pela Água, Análise espacial, Saúde Pública, Conservação dos Recursos Hídricos.

## ABSTRACT

One of the goals of the Sustainable Development Goals (SDGs) is to achieve universal and equitable access to safe, affordable drinking water for all by 2030. It has been observed that in the Bacanga river basin, located in the municipality of São Luís, human interventions on the environment have caused changes that influence the health level of the population living in the region. The relationship between the environment, basic sanitation and waterborne diseases has enabled us to identify situations that expose the population to health problems. Through this research, we sought to answer the following question: what is the relationship between health and the environment faced by the population living in the Bacanga River Basin region? The hypothesis is that human interventions have directly affected the environmental quality of the basin, and the pollution resulting from these interventions directly interferes with the health of this population. The general objective was to analyze the environmental risks and their impacts on the health of the population living in the Bacanga river basin. This is an ecological study with a systemic approach, observational and descriptive research. In the methodological procedures, the study population sampling is based on secondary data of public access and domain, extracted from the Hospital Information System, whose inclusion criteria were the occurrence of records of hospital admissions, with a primary diagnosis of diarrhea and gastroenteritis of presumed infectious origin, postal address code within the limits of the basin, in the period from 2020 to 2022. Geostatistical techniques were applied to analyze the spatial distribution of hospitalizations due to Waterborne Diseases. An on-site investigation linked to iconographic research and assessment of the landscape based on environmental perception was also carried out. As a result, it was found: the concentration of diseases within the limits of the study area, mostly in the urban perimeter of the municipality of São Luís - State of Maranhão; record of cases with location bordering territories of neighboring municipalities; a heterogeneity in the distribution of the diseases, when temporality is assessed, with a greater amplitude in the year 2022; and also, the presence of two clusters of cases, one within the study area and the other in a border area between municipalities on the island of Maranhão. It is concluded that it is important to implement geostatistical techniques that assist in the analysis of the distribution of health events, in this case, waterborne diseases.

KEYWORDS: Environmental Health, Waterborne Diseases, Spatial Analysis, Public Health, Water Resources Conservation.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas  
CAEMA – Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão  
CCJ – Comissão de Constituição e Justiça  
CEP – Código de Endereçamento Postal  
CF – Constituição Federal  
CFN - Companhia Ferroviária do Nordeste  
CID-10 - Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde 10ª revisão  
DATASUS – Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde  
DVH – Doença de Veiculação Hídrica  
EFC – Estrada de Ferro Carajás  
ES – Espírito Santo  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal  
IFMA – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão  
LDNSB – Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico  
ODS – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável  
OMS – Organização Mundial da Saúde  
ONU – Organização das Nações Unidas  
OPAS – Organização Pan Americana da Saúde  
PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento Básico  
PNMA – Política Nacional do Meio Ambiente  
PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos  
SBH – Sub Bacia Hidrográfica  
SIH – Sistema de Informações Hospitalares  
SNGRH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos  
SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento  
SUS - Sistema Único de Saúde  
TEGRAM - Terminal de Grãos do Maranhão  
UFMA – Universidade Federal do Maranhão

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Síntese dos casos de Internações Hospitalares com diagnóstico de diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível (A09) no período de 2020 a 2022 notificados no Sistema de Informações Hospitalares.....	39
Tabela 2 - Pontos visitados na pesquisa de campo .....	52

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do rio Bacanga .....	31
Figura 2 – Distribuição das Notificações de Internações Hospitalares por DVH.....	40
Figura 3 – Análise Espacial das Notificações de Internações Hospitalares por DVH.....	50
Figura 4 – Transecto Linear dos pontos para pesquisa de campo .....	51
Figura 5 – Mosaico Fotográfico Coroado – Praça do COMPEC/Ponto 01 .....	53
Figura 6 – Mosaico Fotográfico Rio das Bicas/Ponto 02 .....	55
Figura 7 – Mosaico Fotográfico Parque Timbiras – Coroadinho/Ponto 03.....	57
Figura 8 – Mosaico Fotográfico Coroadinho – Fundação Bradesco/Ponto 04 .....	59
Figura 9 – Mosaico Fotográfico Coroadinho – Entrada principal/Ponto 05 .....	61
Figura 10 – Mosaico Fotográfico Salinas do Sacavém/Ponto 06 .....	63
Figura 11 – Mosaico Fotográfico Jordoa – Vala/Ponto 07 .....	65
Figura 12 – Mosaico Fotográfico Jordoa – Castelão/Ponto 08 .....	67
Figura 13 – Mosaico Fotográfico Barreto - Castelão/Ponto 09 .....	69

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Matriz de Risco Ambiental da Bacia Hidrográfica do Bacanga em São Luís – MA .....	29
Quadro 2 – Análise Iconográfica Coroado – Praça do COMPEC/Ponto 01 .....	54
Quadro 3 – Análise Iconográfica Rio das Bicas/Ponto 02 .....	56
Quadro 4 – Análise Iconográfica Parque Timbiras – Coroadinho/Ponto 03.....	58
Quadro 5 – Análise Iconográfica Coroadinho – Fundação Bradesco/Ponto 04 .....	60
Quadro 6 – Análise Iconográfica Coroadinho – Entrada principal/Ponto 05 .....	62
Quadro 7 – Análise Iconográfica Salinas do Sacavém/Ponto 06 .....	64
Quadro 8 – Análise Iconográfica Jordoa – Vala/Ponto 07 .....	66
Quadro 9 – Análise Iconográfica Jordoa – Castelão/Ponto 08 .....	68
Quadro 10 – Análise Iconográfica Barreto – Castelão/Ponto 09 .....	70

## SUMÁRIO

<b>I. CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....</b>	<b>16</b>
1.1 HIPÓTESE DE PESQUISA.....	19
1.2 QUESTÃO NORTEADORA.....	19
1.3 OBJETIVO GERAL.....	20
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
<b>II. METODOLOGIA .....</b>	<b>20</b>
2.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	20
2.3 POPULAÇÃO DA PESQUISA .....	20
2.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO .....	21
2.4 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO .....	21
2.5 COLETA DE DADOS.....	21
2.6 ESPACIALIZAÇÃO DOS DADOS.....	22
2.7 ASPECTOS ÉTICOS .....	22
<b>III. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>23</b>
3.1 RELAÇÕES ENTRE SAÚDE, SANEAMENTO E AMBIENTE.....	23
3.2 VARIÁVEIS AMBIENTAIS E DE SAÚDE INTERVENIENTES NAS INTERNAÇÕES HOSPITALARES POR DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA.....	27
<b>IV. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>31</b>
<b>V. CAPÍTULO I – INTERNAÇÕES HOSPITALARES RELACIONADAS ÀS DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA NA POPULAÇÃO RESIDENTE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO BACANGA EM SÃO LUÍS – MA .....</b>	<b>33</b>
<b>VI. CAPÍTULO II – AVALIAÇÃO DOS RISCOS AMBIENTAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO BACANGA EM SÃO LUÍS – MA .....</b>	<b>43</b>
<b>VII. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>73</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>76</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>77</b>

## I. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A Organização das Nações Unidas (ONU) reconhece que a água potável segura e o saneamento adequado são fundamentais para a redução da pobreza, da garantia da dignidade humana e do desenvolvimento sustentável (ONU, 2011).

Inúmeros problemas ambientais se relacionam com a falta ou a precariedade do saneamento, tais como a poluição ou contaminação na captação de água para o abastecimento humano, poluição de rios, aquíferos, doenças, com as consequentes perdas humanas e materiais, entre outros (KRONEMBERGER et al., 2011).

Dessa forma, a contaminação das águas naturais representa um dos principais riscos à saúde pública, sendo amplamente conhecida a estreita relação entre a qualidade de água e inúmeras enfermidades que acometem às populações, especialmente aquelas não atendidas por serviços de saneamento (LIBÂNIO et al., 2005).

O acesso à água potável é um direito humano básico e componente eficaz de política de proteção da saúde, além de importante aspecto para o desenvolvimento em níveis nacional, regional e local (WHO, 2011).

No Brasil, transita desde 2018 uma proposta de emenda constitucional para garantir o acesso à água potável na lista de direitos e garantias fundamentais da Constituição Federal (CF) de 1988, sendo aprovada em 2021 pelo Senado Federal e seguindo para a Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania (CCJ) para análise da admissibilidade.

A Constituição Federal (CF) de 1988 determinou que o Poder Público – em todas as suas esferas – se incumba de “preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas”, além de “promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente” (art. 225, § 1º, I e VI) (BRASIL, 1988).

Estabeleceu ainda, que a União, os Estados e o Distrito Federal devem legislar concorrentemente – dando primazia à legislação federal no caso das normas gerais (art. 24, § 4º) – sobre “conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição” (art. 24, VI) e sobre “responsabilidade por danos ao meio ambiente” (art. 24, VIII) (BRASIL, 1988).

A constituição também atribuiu à União competência privativa para legislar sobre águas (art. 22). Deu-lhe, ainda, a responsabilidade de “instituir sistema nacional de

gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso” (art. 21, XIX), bem como de “instituir diretrizes para o (...) saneamento básico (...)” (art. 21, XX) (BRASIL, 1988).

O Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SNGRH), instituído pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, estabeleceu também a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), em obediência aos princípios da Constituição Federal de 1988.

Por meio da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, foi criada a Agência Nacional de Águas (ANA), a quem incumbe a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e a coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

De acordo com o Diagnóstico Temático Geral divulgado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), no ano de 2022, 99,3% da população teve acesso ao abastecimento de água no Brasil, ou seja, de 201,7 milhões de brasileiros, apenas 171 milhões tiveram acesso a água no país. No Nordeste, o índice de atendimento total de água foi de 76,9%, o correspondente a 41,3 milhões de pessoas. No Maranhão apenas 59,5% da população foi atendida com o abastecimento de água (BRASIL, 2023).

Em se tratando de saneamento básico, em 2022, no Maranhão apenas 13,3% da população foi atendida com rede de esgoto e 75,2% foi atendido com cobertura de coleta domiciliar de resíduos sólidos (BRASIL, 2023).

Conforme dados da 14ª edição do Ranking do Saneamento, publicados pelo Instituto Trata Brasil, em março de 2022, no município de São Luís o abastecimento de água atendeu 85,3% da população, e a rede de esgoto atendeu apenas 49,78% da população, com 20,78% desse esgoto tratado sendo referido à água consumida (BRASIL, 2022).

Com vistas a enfrentar esse cenário de vulnerabilidade sanitária, uma das metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) é alcançar, até 2030, o acesso universal e equitativo à água potável, segura e acessível para todos (ONU, 2015). O Brasil firmou um compromisso com a Agenda 2030 ao assinar os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), ainda no ano de 2015. Dentre eles, destaca-se o ODS 6 (Água Potável e Saneamento) e o ODS 3 (Saúde e Bem-Estar).

Até 2030, o Brasil precisa alcançar o acesso universal à água e oferecer condições de esgotamento sanitário adequadas para todos, e também promover ambientes mais

seguros para a manutenção do bem-estar e a saúde humana. Para auxiliar os países em desenvolvimento a atingir estes ODS, sobretudo o que concerne o acesso à água e esgotamento sanitário, a ONU criou o Ação da década para água 2018-2028, cujo intuito é oferecer objetivos claros de uma agenda mais acelerada para cumprir a meta (ONU, 2015).

No entanto, o Brasil tem um compromisso interno, estipulado pelo novo Marco Legal do Saneamento (Lei Federal 14.026/2020), de até 2033 oferecer água potável para 99% da população e coleta e tratamento dos esgotos para 90% da população. Isso significa que o país poderá chegar em 2030 sem cumprir com o compromisso de oferecer o acesso universal aos serviços de saneamento básico preconizado pelos ODS.

Inúmeros indicadores brasileiros são caracterizados por contrastes geográficos, sociais e regionais, de modo que a população rural, de menor renda e das regiões Nordeste e Norte, apresentam maiores dificuldades de acesso ao saneamento básico (BRASIL, 2014).

A água pode veicular um elevado número de enfermidades, sendo que os maiores riscos microbianos estão associados com a ingestão de água contaminada com fezes de humanos ou animais, pois esses excrementos podem ser fonte de bactérias patogênicas, vírus, protozoários e helmintos (WHO, 2011).

Para alguns autores, como Confalonieri et al. (2010), é pertinente enfatizar a importância das ações setoriais de pesquisa e monitoramento para um conhecimento mais completo da relação água/saúde no país, sendo importantes as iniciativas de coleta, organização e disponibilização de dados sobre água, esgotamento sanitário e doenças de veiculação hídrica.

Nesse contexto, torna-se importante a análise de dados, especialmente os produzidos pelo setor saúde, que propiciem um conhecimento mais amplo das situações de vulnerabilidade sanitária e suas correlações com a saúde da população.

O município de São Luís, no Estado do Maranhão, possui 11 (onze) bacias hidrográficas (Anil, Bacanga, Cachorros, Estiva, Geniparana, Inhaúma, Itaqui, Paciência, Praias, Santo Antônio e Tibiri). De acordo com Soares (2021), a bacia hidrográfica do Bacanga corresponde a 12,33% do território no município de São Luís, sendo composta por 10 (dez) sub bacias hidrográficas.

Na bacia hidrográfica do Bacanga, observa-se que as intervenções humanas sobre

o ambiente, ao longo do tempo, têm ocasionado alterações das características naturais pela intensificação das ocupações em áreas inadequadas, lançamento inadequado de resíduos líquidos e sólidos nas águas, retirada da vegetação ripária, entre outros (SOARES, 2021). Por consequência, esses fatores contribuem para a existência de condições ou situações de riscos e vulnerabilidades que vão influenciar no padrão e nível de saúde da população residente nessa região.

Partindo destes pressupostos, a presente dissertação encontra-se estruturada em da seguinte forma. O primeiro tópico trata das considerações iniciais, destinadas à introdução, hipótese de pesquisa, questão norteadora, objetivo geral e objetivos específicos. O segundo tópico destinado à metodologia, foi subdividido em população da pesquisa, delineamento da pesquisa, critérios de inclusão e de exclusão e aspectos éticos. O terceiro aos referenciais teóricos importantes e fundamentais para o desenvolvimento da investigação. O quarto tópico destacou a caracterização da área de estudo. O quinto tópico destinado ao Capítulo I - Internações hospitalares relacionadas às doenças de veiculação hídrica na população residente na bacia hidrográfica do Bacanga em São Luís – MA e o sexto destinado ao Capítulo II - Avaliação dos riscos ambientais na bacia hidrográfica do Bacanga em São Luís – MA. E o sétimo tópico destinado às considerações finais do estudo.

### 1.1 HIPÓTESE DE PESQUISA

Como hipótese, a presente pesquisa considera que as intervenções antrópicas, isto é, as ações realizadas pelo homem têm atuado diretamente na qualidade ambiental da bacia hidrográfica do Bacanga, e que a poluição decorrente dessas intervenções, interferem diretamente na saúde da população, com recorte para as doenças de veiculação hídrica que acometem a população que reside na região da bacia hidrográfica do Bacanga em São Luís - MA.

### 1.2 QUESTÃO NORTEADORA

O estudo teve por objetivo responder ao seguinte questionamento: A partir das internações por doenças transmitidas pela água, qual a relação entre saúde e ambiente enfrentada pela população residente na região da Bacia Hidrográfica do Bacanga? Trata-se de uma pesquisa que busca compreender qual a relação das doenças de veiculação hídrica, com recorte para o diagnóstico principal de diarreia, e qualidade ambiental da

bacia hidrográfica do Bacanga em São Luís – MA.

### 1.3 OBJETIVO GERAL

Analisar os riscos e vulnerabilidades ambientais na saúde da população residente na bacia hidrográfica do Bacanga.

### 1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Distribuir espacialmente as internações hospitalares por doenças de veiculação hídrica;

Identificar as variáveis ambientais e de saúde intervenientes nas internações hospitalares por doenças de veiculação hídrica;

Caracterizar as condições ambientais da bacia hidrográfica do Bacanga.

## II. METODOLOGIA

### 2.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Através de uma abordagem sistêmica, a pesquisa se fundamentou por um estudo ecológico, aliado a uma investigação que utiliza a pesquisa observacional e descritiva.

Uso de dados mistos, com métodos quantitativos, atrelados a bases de dados secundários – DATASUS e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (malhas territoriais); e métodos qualitativos a partir da investigação *in loco* atrelada a pesquisa iconográfica e uso de *checklist* de percepção ambiental da paisagem no intuito de verificar e validar ambientes vulneráveis já identificados por meio do sensoriamento remoto.

O levantamento de dados primários, por meio do trabalho de campo, foi realizado no segundo semestre de 2024. A seleção das áreas, para os registros fotográficos, foi definida a partir de um transecto linear sobre a área de maior concentração (cluster) de registros de doenças de veiculação hídrica.

### 2.2 POPULAÇÃO DA PESQUISA

A base de dados secundários é de acesso e domínio público, extraídos do Sistema de Informações Hospitalares (SIH) e disponibilizados pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS).

### 2.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Foram incluídos todos os registros de internações hospitalares contidos no SIH, independente de faixa etária, com o diagnóstico principal A09 (Diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível), baseado na 10ª revisão da Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID-10), que possuem Código de Endereçamento Postal (CEP) dentro dos limites da bacia hidrográfica do Bacanga, no período de 2020 a 2022.

### 2.4 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Registros que não possuem informações claras do Código de Endereçamento Postal (CEP) e com localização fora dos limites territoriais estabelecidos pela pesquisa.

### 2.5 COLETA DOS DADOS

Primeiramente foi realizada uma busca em banco de dados do SUS, disponibilizado pelo DATASUS, no SIH. Como recorte, foi dado destaque para uma área de estudo atrelada a uma bacia hidrográfica no município de São Luís, neste sentido, a busca teve como foco o diagnóstico principal das doenças de veiculação hídrica, a diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível (A09) no Estado do Maranhão, e posteriormente os dados foram refinados para o município em que está localizada a referida bacia hidrográfica.

Em seguida foi criado um banco de dados no programa *Microsoft Excel* contendo os registros descritos anteriormente, separados mensalmente e anualmente ao período a que se refere a pesquisa.

Utilizando a ferramenta *Google Planilhas* e lançando mão da extensão *ezGeocode*, realizamos a confirmação de validade dos códigos de endereçamentos postais. Posteriormente, por meio do programa *Google Earth Pro* foram georreferenciamos os códigos de endereçamentos postais válidos em coordenadas geográficas (latitude e longitude) na extensão *kml*, e importados e transformados em arquivos *shapefile* no programa *QGIS* versão 3.34.

Foi incluído o arquivo *shapefile* da bacia hidrográfica do Bacanga, disponibilizado pelo IBGE em seu sítio eletrônico, adicionamos em camada o *shapefile*

com os códigos de endereçamento postais válidos. Dessa forma foi possível localizar espacialmente os registros de diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível dentro dos limites da bacia hidrográfica.

Em ato contínuo, foram realizadas visitas em alguns pontos da região da bacia hidrográfica do Bacanga (definidos após finalização da análise dos dados quantitativos de registros de internações), para observação direta e sistemática de padrões de comportamentos da população residente nessa região, além de fenômenos ambientais naturais, por meio de registros iconográficos.

## 2.6 ESPACIALIZAÇÃO DOS DADOS

A partir da distribuição das doenças de veiculação hídrica, por meio da confecção de representações cartográficas (mapas) foi realizada uma análise espacial por meio de técnicas geoestatísticas utilizando técnicas de interpolação de dados, a partir da estimativa de densidade de Kernel, no programa *QGIS* versão 3.34.

De acordo com Bergamaschi (2010), a estimativa de densidade de Kernel consiste em quantificar as relações dos pontos dentro de um raio de influência, com base em determinada função estatística, analisando os padrões traçados por determinado conjunto de dados pontuais, estimando a sua densidade na área de estudo.

Dessa forma, a análise estatística na distribuição (mapa de calor) prospecta uma ferramenta adequada no mapeamento da distribuição do agravo na bacia hidrográfica do Bacanga em São Luís - MA, indicando áreas de concentração de registros de casos.

A partir da prospecção espacial da distribuição das doenças de veiculação hídrica, foi possível definir um transecto linear (horizontal e vertical) para direcionar os locais das visitas a campo, e ainda a confecção do instrumento de Checklist de Percepção Ambiental para Registros Iconográficos na Bacia Hidrográfica do Bacanga (apêndice A) para subsidiar a análise dos registros iconográficos.

## 2.7 ASPECTOS ÉTICOS

Por utilizar dados secundários de acesso público e sem possibilidade de identificação individual, o presente estudo dispensou aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa, conforme previsto na resolução nº 510, de 07 de abril de 2016.

### III. REFERENCIAL TEÓRICO

O presente trabalho adota como referencial teórico as ideias desenvolvidas pelos autores: Queiroz, Heller e Silva (2009), quanto à correlação entre a doença diarreia aguda e a qualidade da água para consumo humano na realidade do município de Vitória (ES); Leivas et al (2015), quanto à ideia de sustentabilidade e saneamento e saúde infantil no Brasil; Santos e Caldeyro (2007), quanto às paisagens, condicionantes e mudanças; Tagliani (2002) quanto ao conceito de vulnerabilidade ambiental; Rebelo (2023) quanto a associação do conceito de vulnerabilidade a risco e Bertolozzi (2009) quanto aos conceitos de vulnerabilidade e adesão na saúde coletiva.

Para os conceitos norteadores, o presente estudo adota (1) Política Nacional do Meio Ambiente (conceito de poluição como degradação da qualidade ambiental); (2) Lei Orgânica da Saúde - Lei 8.080/90 (o dever do Estado brasileiro em formular e executar políticas visando a redução dos riscos de doenças; vigilância epidemiológica); (3) Lei 14.026/20 (definição de saneamento básico); (4) Portaria 888/21 do Ministério da Saúde (definição de água para consumo humano e água potável), a Organização Mundial de Saúde (definição de água segura).

#### 3.1 RELAÇÕES ENTRE SAÚDE, SANEAMENTO E AMBIENTE

Ao conceito de poluição, a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) o incorpora e descreve como a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população (BRASIL, 1981). Também é preciso destacar que o dever do Estado de formular e executar políticas públicas sanitárias, se dá pela Lei n.º 8.080, de 1990, que regula, em todo o território nacional, as ações e serviços de saúde, aponta o meio ambiente, o saneamento básico e o acesso aos bens e serviços essenciais como um dos fatores determinantes e condicionantes da saúde. Essa norma inclui em seus princípios a integração em nível executivo das ações de saúde, meio ambiente e saneamento básico, além de trazer, como atribuições comuns entre entes federativos, a participação na formulação da política e da execução das ações de saneamento básico e colaboração na proteção e recuperação do meio ambiente, bem como a proposição e a celebração de convênios, acordos e protocolos nesses segmentos (BRASIL, 1990).

O dever do Estado de garantir a saúde consiste na formulação e execução de

políticas econômicas e sociais que visem à redução de riscos de doenças e de outros agravos e no estabelecimento de condições que assegurem acesso universal e igualitário às ações e aos serviços para a sua promoção, proteção e recuperação, conforme descrito no art. 2º, § 1º, da Lei 8.080/90.

Os níveis de saúde expressam a organização social e econômica do país, tendo a saúde como determinantes e condicionantes, entre outros, a alimentação, a moradia, o saneamento básico, o meio ambiente, o trabalho, a renda, a educação, a atividade física, o transporte, o lazer e o acesso aos bens e serviços essenciais, conforme descrito no art. 2º, § 3º, da Lei 8.080/90.

Quanto ao conceito de vigilância dado pela Lei 8.080/90, entende-se tratar de um conjunto de ações que proporcionam o conhecimento, a detecção ou prevenção de qualquer mudança nos fatores determinantes e condicionantes de saúde individual ou coletiva, com a finalidade de recomendar e adotar as medidas de prevenção e controle das doenças ou agravos, conforme descrito no art. 6º, § 2º, da Lei 8.080/90.

Em relação ao conceito de saneamento básico, dado pela Lei 11.445/07, compreendem-se como o conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, de esgotamento sanitário, de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

É importante lembrar, como já apresentado por Heller (1998), a definição clássica de saneamento está baseada na formulação da Organização Mundial de Saúde (OMS), para qual o saneamento “constitui o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos deletérios sobre seu estado de bem-estar físico, mental ou social”.

Uma variedade de doenças infecciosas pode ser transmitida pela água contaminada, por meio da ingestão de água contaminada com urina ou fezes, contendo micro-organismos patogênicos associados a cólera, febre tifoide, amebíase, leptospirose, giardíase, hepatites infecciosas e diarreias agudas (OPAS/OMS, 2001).

Na definição de água para consumo humano e água potável, o Ministério da Saúde na Portaria 05/17 e Portaria 888/21 define que água potável é aquela voltada para uso humano, destinada à ingestão, preparação de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem. E que água potável, é compreendida como a água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido e que não ofereça riscos à saúde. Inclusive,

quanto aos procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

A partir destes marcos legais, a área de estudo investigada tem apresentado questões alarmantes, pois de acordo com Corrêa e Soares (2020) a caracterização da qualidade de água da Lagoa do Bacanga apontou contaminação por coliformes termotolerantes e presença da bactéria *Escherichia coli* no ecossistema. A alteração na qualidade de água na Lagoa do Bacanga, principalmente com relação aos parâmetros relacionados à balneabilidade, reflete os impactos devido o lançamento in natura de esgotos domésticos decorrentes da ausência de infraestrutura adequada de saneamento básico na bacia hidrográfica do Bacanga.

É válido reforçar que, a água segura deve ser como definida pela Organização Mundial da Saúde (OMS), aquela que não representa risco significativo à saúde se consumida ao longo da vida, incluindo as diversas susceptibilidades dos indivíduos, que podem ocorrer e variar em diferentes fases da vida. Nesse caso, as crianças, os idosos e as pessoas imunocomprometidas são os grupos mais vulneráveis a doenças transmitidas pela água, especialmente quando se vive em condições insalubres (WHO, 2011).

Para Queiroz et al. (2009), a quantidade e a qualidade da água são fatores importantes para o estabelecimento dos benefícios à saúde relacionados à redução da incidência e prevalência de diversas doenças, destacando-se a doença diarreica.

No Brasil, Leivas et al. (2015), verificaram empiricamente o impacto do saneamento sobre a saúde infantil e constaram que a melhoria nas condições de saneamento pode tanto diminuir a degradação ambiental como melhorar a saúde da população, sobretudo a das crianças.

Para melhor compreender as populações que mais sofrem com os agravos em saúde a partir da falta de saneamento básico de qualidade, o estudo se ateve ao conceito de vulnerabilidade socioambiental. Para Cartier et al. (2009) vulnerabilidade socioambiental ocorre em situação de coexistência entre grupos populacionais pobres, discriminados e com alta privação (vulnerabilidade social), que habitam em áreas de risco ou de degradação ambiental (vulnerabilidade ambiental).

O conceito de vulnerabilidade ambiental apresenta discrepâncias em seus significados, as quais decorrem das diferentes orientações epistemológicas e metodológicas (OLIVEIRA, 2018). De modo geral, vulnerabilidade é amplamente

definida como o potencial de perda; porém, essa definição é vaga, uma vez que não responde algumas questões, como quem perde e o que se perde.

Neste trabalho, a vulnerabilidade ambiental está associada ao potencial de perda de vidas humanas e recursos naturais, decorrentes dos efeitos adversos das ações antrópicas, bem como da exposição aos riscos vinculados aos processos naturais e a qualidade ambiental (SANTOS; CALDEYRO, 2007; TAGLIANI, 2002).

A noção de vulnerabilidade, notadamente quando associada à de risco, tem sido matéria de discussão de inúmeros autores, com destaque para as considerações realizadas por Rebelo (2010). O autor enfatiza que, para haver risco, é necessário que haja vulnerabilidade, e “se o homem não estiver presente, considera-se, com frequência, que não é legítimo falar de risco”, embora reconheça que há defensores da ideia de uma noção de risco bem mais ampla, não exclusivamente ligada ao homem (REBELO, 2010).

A consideração da vulnerabilidade para a identificação de riscos ambientais evidencia, então, uma questão fundamental: permite definir quais as coletividades humanas e quais os ambientes atingidos por eventos danosos ou que, potencialmente, estão sob algum perigo ou ameaça.

Ainda quanto ao termo vulnerabilidade, este é comumente empregado para designar suscetibilidades das pessoas a problemas e danos de saúde. Os descritores em saúde apresentam vulnerabilidade como o grau de suscetibilidade ou de risco a que está exposta uma população em sofrer danos por desastres naturais. Inclui, ainda, a relação existente entre a intensidade do dano e a magnitude de uma ameaça, evento adverso ou acidente. Contempla, também, a probabilidade de uma determinada comunidade ou área geográfica ser afetada por uma ameaça ou risco potencial de desastre (BERTOLOZZI, 2009).

Na perspectiva da vulnerabilidade, a exposição a agravos de saúde resulta de aspectos individuais e de contextos ou condições coletivas que produzem maior suscetibilidade aos agravos e morte e, simultaneamente, à possibilidade e aos recursos para o seu enfrentamento. Dessa forma, para a interpretação do processo saúde-doença, considera-se que o risco indica probabilidades e a vulnerabilidade é um indicador da iniquidade e da desigualdade social. A vulnerabilidade antecede ao risco e determina os diferentes riscos de se infectar, adoecer e morrer (AYRES, 1997).

### 3.2 VARIÁVEIS AMBIENTAIS E DE SAÚDE INTERVENIENTES NAS INTERNAÇÕES HOSPITALARES POR DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA

No Brasil, atualmente, é considerada água para consumo humano aquela que é potável e destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem. Para ser considerada potável, a água deve atender ao padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914 de 2011, e não oferecer riscos à saúde. (BRASIL, 2012).

O controle da qualidade da água para consumo humano é o conjunto de atividades exercidas regularmente pelo responsável por sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, destinado a verificar se a água fornecida à população é potável, de forma a assegurar a manutenção desta condição (BRASIL, 2012).

Em termos de saúde pública, é necessário que sejam implementadas atividades visando identificar em que medida a poluição da água destinada ao consumo humano tem causado agravos à saúde e a que fatores específicos estão associados (BERGAMASCO et al., 2011).

O direito de todas as pessoas ao acesso adequado à água está relacionado às condições de sua obtenção, à sua qualidade e quantidade, no percurso dos mananciais aos domicílios. Necessária observação se faz das bacias hidrográficas às condições de habitabilidade, que requer preservação e recuperação dos recursos hídricos e reconhecimento das condições em que se acessa a água nos domicílios (COSTA et al., 2012).

O acesso adequado à água, em quantidade e qualidade, é essencial para o desenvolvimento socioeconômico local, com reflexos diretos sobre as condições de saúde e de bem-estar da população. Condições adequadas de abastecimento resultam em melhoria das condições de vida e em benefícios como controle e prevenção de doenças, prática de hábitos higiênicos, conforto e bem-estar, aumento da expectativa de vida e da produtividade econômica (RAZZOLINI; GÜNTHER, 2008).

Em regiões carentes e excluídas da rede básica de serviços públicos, a falta de acesso a fontes de água segura é um fator agravante das condições precárias de vida, dado que a utilização de fontes alternativas pode levar ao consumo de água com qualidade duvidosa e em volume insuficiente para satisfação das necessidades básicas diárias (RAZZOLINI; GÜNTHER, 2008).

Em regra, pode-se afirmar que embora o abastecimento de água por rede geral encontre-se propagado pelo território nacional, a garantia da qualidade desta água ainda é deficiente, prevalecendo, também, contrastes regionais (IBGE, 2011).

Vale destacar que a contaminação dos mananciais por efluentes urbanos, como o esgoto e os resíduos sólidos, são fatores que contribuem para deterioração da qualidade da água, haja visto que os mananciais das águas urbanas são as fontes de água para abastecimento humano, animal e industrial, que podem ser superficiais e subterrâneas (TUCCI, 2005).

Para melhor compreender a dinâmica da contaminação dos mananciais por efluentes urbanos, se faz jus um melhor entendimento das bacias hidrográficas. No Brasil, a Resolução CONAMA 01, de 23/01/1986, estabelece que a bacia hidrográfica deve ser considerada como área de estudo em avaliações de impacto ambiental, uma vez que as pressões exercidas por atividades humanas repercutem diretamente sobre a qualidade das águas, do solo, da vegetação e de vida de populações residentes em bacias hidrográficas.

A bacia hidrográfica compreende estruturas e processos funcionais que resultam da interação entre a geomorfologia, hidrologia e os seus aspectos socioeconômicos. A conservação das bacias hidrográficas vem se tornando cada vez mais relevante, pois a proteção inadequada de seus recursos hídricos pode ocasionar a contaminação de águas subterrâneas e superficiais devido à poluição por metais e matéria orgânica, ocasionando a degradação ambiental e problemas para o desenvolvimento social e econômico da região.

Neste trabalho, realizamos uma avaliação preliminar de risco ambiental da bacia hidrográfica do Bacanga, que resultou em uma matriz de risco ambiental, produto da observação direta e sistemática do ambiente, que evidenciou desde os principais perigos e ao nível qualitativo do risco (quadro 1). O detalhamento da referida matriz de risco ambiental encontra-se no capítulo II, deste trabalho, intitulado Avaliação dos Riscos Ambientais na Bacia Hidrográfica do Bacanga em São Luís – MA (Artigo II).

**Quadro 1.** Matriz de Risco Ambiental da Bacia Hidrográfica do Bacanga em São Luís – MA.

**MATRIZ DE RISCO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO BACANGA**

<b>PERIGO</b>	<b>CAUSA</b>	<b>MODO DE DETECÇÃO</b>	<b>EFEITO</b>	<b>CATEGORIA DE FREQUÊNCIA</b>	<b>CATEGORIA DE SEVERIDADE</b>	<b>CATEGORIA DE RISCO</b>	<b>RECOMENDAÇÕES</b>
<b>Supressão de áreas verdes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aumento do uso e ocupação do solo desordenadamente;</li> <li>➤ Desmatamento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sensoriamento remoto;</li> <li>➤ Monitoramento ambiental;</li> <li>➤ Inspeções regulares.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Danos/ Desequilíbrios ambientais;</li> <li>➤ Alteração/ Perda da diversidade;</li> <li>➤ Degradação do solo;</li> <li>➤ Alterações climáticas;</li> <li>➤ Diminuição da qualidade de vida da pop. residente na bacia.</li> </ul>	Muito alta	Crítico	Crítico	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Realizar monitoramento;</li> <li>➤ Ações socioambientais;</li> <li>➤ Planejamento ambiental integrado.</li> </ul>
<b>Intensificação dos processos erosivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aumento do arruamento;</li> <li>➤ Aumento do uso e ocupação do solo desordenadamente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sensoriamento remoto;</li> <li>➤ Monitoramento ambiental;</li> <li>➤ Inspeções regulares.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Dano ambiental;</li> <li>➤ Assoreamento dos corpos d'água.</li> </ul>	Alta	Marginal	Moderado	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Realizar monitoramento;</li> <li>➤ Ações socioambientais;</li> <li>➤ Planejamento ambiental integrado;</li> <li>➤ Fiscalização periódica pela Defesa Civil.</li> </ul>
<b>Deterioração da qualidade da água</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Contaminação dos corpos d'água da bacia;</li> <li>➤ Lançamento in natura de esgotos domésticos;</li> <li>➤ Ausência de infraestrutura adequada de saneamento básico;</li> <li>➤ Descarte/ Acúmulo irregular de resíduos domésticos/lixo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Monitoramento ambiental e inspeções e coletas de amostras para avaliação regulares.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Danos/ Desequilíbrios ambientais;</li> <li>➤ Alteração/ Perda da biodiversidade;</li> <li>➤ Proliferação de doenças de veiculação hídrica;</li> <li>➤ Diminuição da qualidade de vida da população residente na bacia.</li> </ul>	Muito Alta	Crítico	Crítico	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Realizar monitoramento;</li> <li>➤ Ações socioambientais;</li> <li>➤ Análise e controle da qualidade da água;</li> <li>➤ Planejamento ambiental integrado.</li> </ul>
<b>Assoreamento dos corpos de água da bacia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Carreamento de sedimentos resultantes da ação antrópica e de resíduos oriundos de descarte irregular.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Monitoramento ambiental e inspeções regulares.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Diminuição do volume hídrico;</li> <li>➤ Danos/ Desequilíbrios ambientais;</li> <li>➤ Alteração/ Perda da biodiversidade.</li> </ul>	Alta	Marginal	Moderado	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Realizar monitoramento;</li> <li>➤ Ações socioambientais;</li> <li>➤ Planejamento ambiental integrado.</li> </ul>
<b>Proliferação de doenças</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Precárias condições de infraestrutura e saneamento básico;</li> <li>➤ Destinação inadequada dos resíduos domésticos;</li> <li>➤ Ingestão de água e alimentos contaminados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Monitoramento via ACS's, indicadores de saúde e DATASUS, além das notificações de agravos e internações hospitalares.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Danos à saúde humana e também ambientais (poluição, contaminação).</li> </ul>	Alta	Crítico	Sério	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Realizar monitoramento dos indicadores de saúde;</li> <li>➤ Ações socioambientais;</li> <li>➤ Planejamento ambiental integrado.</li> </ul>

Fonte: Autoral, 2023.

Trazendo esta problemática para a presente pesquisa, compreende-se que o adensamento populacional desordenado ao longo dos anos na região da bacia hidrográfica do Bacanga ocasionou a ocupação de áreas mais baixas, antes localizados os manguezais e várzeas. De acordo com Soares (2021), nessa região se encontram aproximadamente 64.000 domicílios, o que corresponde a uma estimativa populacional de aproximadamente 256.000 habitantes, distribuídos por cerca de 60 bairros, entre conjuntos habitacionais e aglomerados urbanos.

Com o crescimento da área antropizada, vimos a redução da área de mata, ou seja, uma bacia com maior ocupação antropogênica e menor cobertura florestal indicando um maior comprometimento ambiental.

De acordo com Nascimento (2010), essa região da bacia hidrográfica do Bacanga apresenta núcleos populacionais bastante antigos, que remontam desde a época da colonização do município de São Luís, acarretando, portanto, danos à vegetação e a qualidade da água. Ainda segundo o mesmo autor, os fatores que impactam a sustentabilidade dos recursos hídricos em uma bacia hidrográfica estão relacionados aos aspectos ecológicos, econômicos e sociais.

Realizamos, ainda uma análise estatística utilizando a interpolação de dados a partir de Kernel e a confecção de um transecto linear, que em conjunto com o instrumento de Checklist de Percepção Ambiental para Registros Iconográficos na Bacia Hidrográfica do Bacanga, fundamentaram a análise dos registros iconográficos.

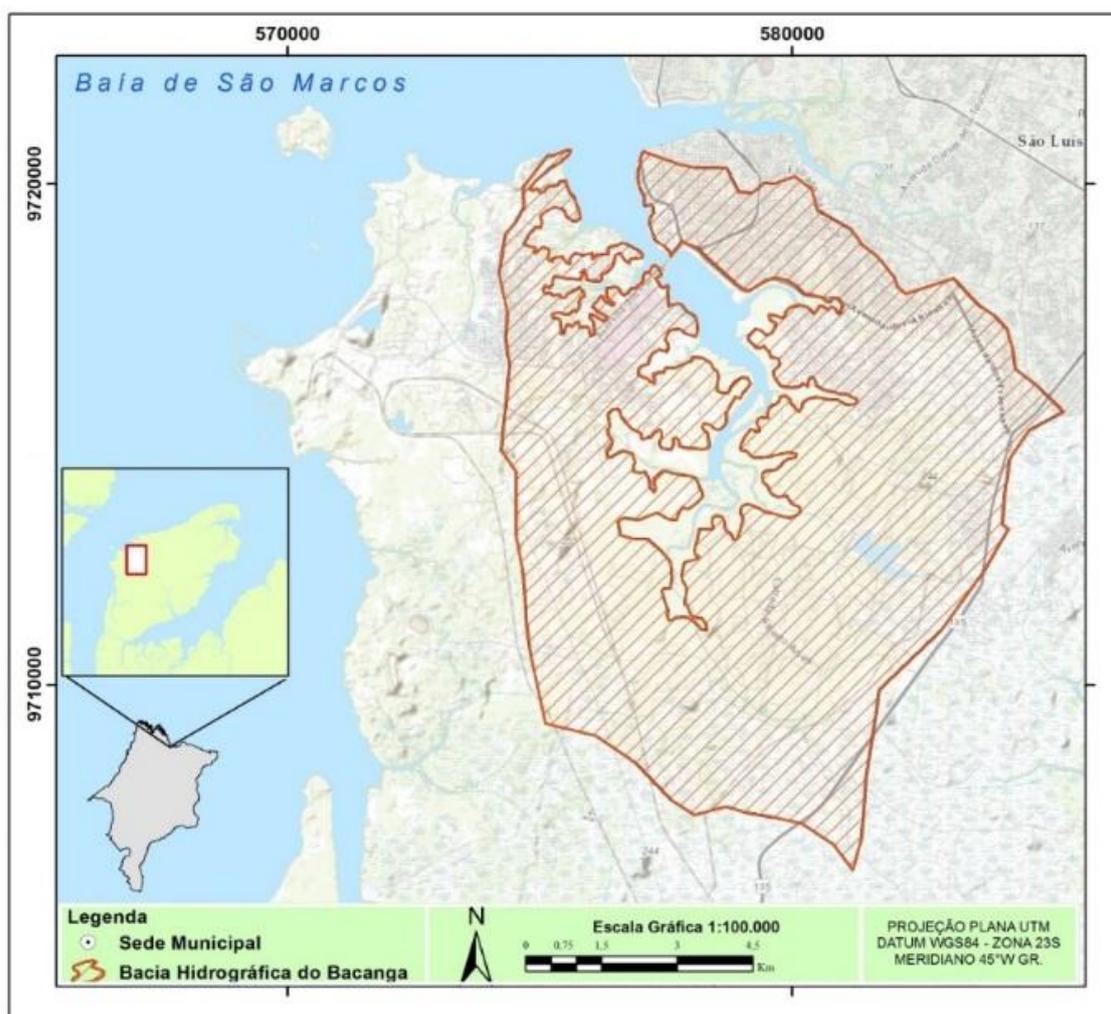
Para realizar a análise documental dos registros fotográficos, seguimos as proposições de Panofsky (1979) adaptada por Boccato e Fujita (2006), as quais descrevem três níveis de análise iconográfica: Pré-Iconográfico (descrição dos objetos e ações representadas na imagem), Iconográfico (descreve e classifica as imagens estabelecendo o assunto secundário ou convencional representado pela imagem) e Iconológico (descreve e classifica as imagens estabelecendo o assunto secundário ou convencional representado pela imagem, ou seja, uma iconografia interpretativa do significado intrínseco ao conteúdo da imagem).

O detalhamento da referida análise iconográfica encontra-se no capítulo II, deste trabalho, intitulado Avaliação dos Riscos Ambientais na Bacia Hidrográfica do Bacanga em São Luís – MA (Artigo II).

#### IV. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do rio Bacanga, com uma superfície da ordem de 11.030,00 ha, ocupa a porção Noroeste, fazendo parte do município de São Luís com localização definida pelas coordenadas 2°32'26" e 2°38'07" S e 44°16'00" e 44°19'16" W (Figura 1).

**Figura 1.** Localização da Bacia Hidrográfica do rio Bacanga.



Fonte: Soares (2021).

Corresponde a 12,33% do território no município de São Luís, com perímetro de 44,2 km e curso d'água principal com 19 km de extensão. É composta por 10 (dez) sub bacias hidrográficas (SBHs), onde se encontram aproximadamente 64.000 domicílios, o que corresponde a uma estimativa populacional de aproximadamente 256.000 habitantes, distribuídos por cerca de 60 bairros, entre conjuntos habitacionais e aglomerados urbanos (SOARES, 2021).

Os principais afluentes do rio Bacanga, e que constituem a sua bacia são os rios Maracanã, Bicas, Coelho, Mamão, Gapara e Sacavém. Nesta região, uma parcela significativa da população reside nos bairros contíguos aos cursos d'água, como Sá Viana, Vila Embratel, Gapara, Areinha, Parque dos Nobres, Pindorama, Sacavém, Coroadinho, Vila dos Frades, dentre outros.

Na bacia, também localizam-se grandes áreas institucionais, como a Universidade Federal do Maranhão (UFMA), o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA) e a Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão (CAEMA); grandes empresas, como a Companhia Vale do Rio Doce, o Consórcio de Alumínio do Maranhão, a Centrais Elétricas do Norte do Brasil, o Terminal de Grãos do Maranhão (TEGRAM) e a Eneva, além de equipamentos multimodais, como a rodovia federal BR – 135, a Estrada de Ferro Carajás (EFC), a Companhia Ferroviária do Nordeste (CFN), os portos do Itaqui, Madeira e os terminais de carga e o Aeroporto Internacional Marechal Cunha Machado, assim como, novos conjuntos residenciais de baixa renda do Programa Minha Casa Minha Vida, que fazem limites diretos com áreas de proteção ambiental.

A área de drenagem e perímetro, variam respectivamente, de 2,92 km<sup>2</sup> e 7,58 km na SBH-10 a 34,86 km<sup>2</sup> e 34,49 km na SBH-5. A rede hidrográfica das dez SBHs possuem 440 cursos d'água, dos quais 44% são de primeira ordem, 29% de segunda ordem, 12% de terceira ordem, 7% de quarta ordem e 4% de quinta ordem (RIBEIRO; SOARES, 2018).

São Luís, a capital do Estado do Maranhão, é um município que possui uma área territorial de 583,063 km<sup>2</sup>, com uma população de aproximadamente 1.037.775 habitantes e densidade demográfica de 1.779,87 habitantes por km<sup>2</sup> (IBGE,2022).

A cidade apresenta um Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,768 (2010) e em termos econômicos, o Produto Interno Bruto (PIB) per capita é de R\$ 32.739,65 (2021).

## V. CAPÍTULO I - INTERNAÇÕES HOSPITALARES RELACIONADAS ÀS DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA NA POPULAÇÃO RESIDENTE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO BACANGA EM SÃO LUÍS – MA

Milena Oliveira Jorge Pereira<sup>1</sup>

José Aquino Júnior<sup>2</sup>

### RESUMO

No Brasil, o saneamento básico (abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e a drenagem e manejo das águas pluviais urbanas) constitui um problema de saúde pública, de forma que, sua implementação corrobora fundamentalmente na prevenção de inúmeros agravos e na preservação do meio ambiente. Uma das metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) é alcançar, até 2030, o acesso universal e equitativo à água potável, segura e acessível para todos. Observa-se que na bacia hidrográfica do Bacanga as intervenções humanas sobre o ambiente têm ocasionado alterações que influenciam no nível de saúde da população residente na região. A relação entre o ambiente, o saneamento básico e as doenças de veiculação hídrica, nos possibilitou identificar situações que expõem a população a contrair doenças. Por meio desta pesquisa, busca-se responder: qual a relação entre saúde e ambiente enfrentada pela população residente na região da Bacia Hidrográfica do Bacanga? Parte-se da hipótese de que as intervenções antrópicas têm atuado diretamente na qualidade ambiental da bacia, e a poluição decorrente dessas intervenções, interfere diretamente na saúde desta população. Como objetivo geral buscou-se distribuir espacialmente as internações hospitalares por doenças de veiculação hídrica na população residente na bacia hidrográfica do Bacanga. Na abordagem metodológica, trata-se de um estudo ecológico, de abordagem sistêmica, pesquisa observacional e descritiva. No procedimento metodológico, a amostragem de população do estudo é pautada em dados secundários de acesso e domínio público, extraídos do Sistema de Informações Hospitalares dispensando aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa e cujos critérios de inclusão foram a ocorrência de registros de internações hospitalares, com diagnóstico

---

<sup>1</sup> Mestranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente, pela Universidade Federal do Maranhão. Graduada em Enfermagem pela Universidade Federal do Maranhão e Pós-graduada em Gestão em Saúde, pela Escola de Saúde Pública do Estado do Maranhão. E-mail: [milena4929@gmail.com](mailto:milena4929@gmail.com). Ano:2024.

<sup>2</sup> Doutor em Geografia, Mestre em Geografia pela Universidade Federal do Maranhão, Professor Universitário e Geógrafo. E-mail: [aquino.jose@ufma.br](mailto:aquino.jose@ufma.br)

principal de diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível, código de endereçamento postal dentro dos limites da bacia, no período de 2020 a 2022. Como resultado constatou-se, a concentração dos agravos dentro dos limites da área de estudo, majoritariamente no perímetro urbano do município de São Luís – MA; diversos pontos com localização limítrofe a territórios de municípios circunvizinhos e uma heterogeneidade na distribuição dos agravos, quando avaliado a temporalidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Doenças Transmitidas pela Água, Análise Espacial e Vulnerabilidade em Saúde.

#### ABSTRACT

In Brazil, basic sanitation (drinking water supply, sewage, urban cleaning and solid waste management, and urban rainwater drainage and management) is a public health problem, so its implementation fundamentally contributes to the prevention of numerous diseases and the preservation of the environment. One of the goals of the Sustainable Development Goals (SDGs) is to achieve universal and equitable access to safe and affordable drinking water for all by 2030. It has been observed that in the Bacanga river basin, human interventions on the environment have caused changes that influence the health level of the population living in the region. The relationship between the environment, basic sanitation and waterborne diseases has enabled us to identify situations that expose the population to contracting diseases. Through this research, we seek to answer: what is the relationship between health and the environment faced by the population living in the Bacanga River Basin region? The hypothesis is that human interventions have directly affected the environmental quality of the basin, and that pollution resulting from these interventions directly affects the health of this population. The general objective was to spatially distribute hospital admissions due to waterborne diseases in the population living in the Bacanga river basin. The methodological approach is ecological, with a systemic approach, observational and descriptive research. In the methodological procedure, the sampling of the study population is based on secondary data of public access and domain, extracted from the Hospital Information System, which does not require approval by the Research Ethics Committee. The inclusion criteria were the occurrence of records of hospital admissions, with a primary diagnosis of diarrhea and gastroenteritis of presumed infectious origin, and a postal address code within the limits of the basin, from 2020 to 2022. As a result, it was found that the diseases were concentrated within the limits of the study area, mostly in the urban perimeter of the

municipality of São Luís - MA; several points located on the borders of neighboring municipalities and heterogeneity in the distribution of diseases, when temporality is assessed.

**KEYWORDS:** Waterborne Diseases, Spatial Analysis and Health Vulnerability.

## **INTRODUÇÃO**

De acordo com a Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico (LDNSB), lei nº 11445/07, o saneamento é definido como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de: I. abastecimento de água potável; II. esgotamento sanitário; III. limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e IV. drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

Cabe destacar que a referida lei estabelece a elaboração de uma Política Federal de Saneamento Básico, atualmente denominada Plano Nacional de Saneamento (PLANSAB), que estabelece, dentre outras coisas, os procedimentos detalhados quanto à execução e às metas de curto, médio e longo prazo para o avanço do serviço de saneamento no Brasil para os vinte anos subsequentes (2014-2033).

O saneamento básico no Brasil é um problema de saúde pública, sendo sua implementação peça fundamental na prevenção de inúmeras doenças e na preservação do meio ambiente. Segundo Siqueira et al. (2017), a ausência de um sistema adequado de saneamento gera diversos aspectos negativos para a sociedade.

Segundo com Heller (1998), as ações de limpeza pública quando associadas à coleta de resíduos sólidos, drenagem pluvial e o controle de vetores de doenças transmissíveis também constituem ações de saneamento predominantes no Brasil.

De acordo com o Diagnóstico Temático Geral divulgado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), no ano de 2022, 99,3% da população teve acesso ao abastecimento de água no Brasil, ou seja 201,7 milhões de brasileiros, apenas 171 milhões tiveram acesso a água no país. No Nordeste, o índice de atendimento total de água foi de 76,9%, o correspondente a 41,3 milhões de pessoas. No Maranhão apenas 59,5% da população foi atendida com o abastecimento de água (BRASIL, 2023).

Em se tratando de saneamento básico, em 2022, no Maranhão apenas 13,3% da população foi atendida com rede de esgoto e 75,2% foi atendido com cobertura de coleta domiciliar de resíduos sólidos (BRASIL, 2023).

Conforme dados da 14ª edição do Ranking do Saneamento, publicados pelo Instituto Trata Brasil, em março de 2022, no município de São Luís o abastecimento de água atendeu 85,3% da população, o atendimento com rede de esgoto atendeu apenas 49,78% e 20,78% de esgoto tratado referido à água consumida pela população (BRASIL, 2022).

Teixeira et al. (2014) buscam analisar o impacto da ineficácia do saneamento básico para a saúde da população brasileira utilizando dados do DATASUS e IBGE.

Uma ferramenta importante, na gestão e planejamento na área da saúde, é o geoprocessamento, haja visto que, possibilita a visualização de fenômenos e problemas por meio de uma análise que combina o mapeamento dos problemas urbanos com informações físicas, demográficas, geográficas, topográficas ou de infraestrutura. (ELLIOTT ET AL., 2001; OLIVEIRA ET AL., 2017).

Quando aplicado às questões de saúde coletiva, o geoprocessamento, permite o mapeamento de doenças, a avaliação de riscos, o planejamento de ações de saúde e a avaliação de redes de atenção (BRASIL, 2006).

Para tanto, a presente pesquisa buscou verificar o cenário de doenças de veiculação hídrica, com recorte para o diagnóstico de diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível, na bacia hidrográfica do Bacanga, no município de São Luís - MA, no período de 2020 a 2022, além de enfatizar a necessidade de fortalecimento das ações de conscientização aos profissionais de saúde sobre o correto preenchimento dos dados do paciente em sistema de informações nacionais voltada a estes agravos.

## **MÉTODO**

### **Delineamento da Pesquisa**

Através de uma abordagem quantitativa em nível de análise demográfica, a pesquisa se fundamentou por um estudo epidemiológico, ecológico, aliado a uma investigação que utiliza a pesquisa observacional em sistemas de informações em saúde e a pesquisa descritiva.

Uso de métodos quantitativos, atrelados a bases de dados secundários – DATASUS e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (malhas territoriais).

Primeiramente foi realizada uma busca em banco de dados do SUS, disponibilizado pelo DATASUS, no SIH. Em se tratando da área de estudo ser uma bacia hidrográfica, a busca teve como foco o diagnóstico principal das doenças de veiculação hídrica, a diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível (A09) e no Estado do Maranhão, posteriormente refinada para o município em que está localizada a referida bacia hidrográfica.

Em seguida foi criado um banco de dados no programa *Excel* contendo os registros descritos anteriormente, separados mensalmente e anualmente ao período a que se refere a pesquisa.

Utilizando a ferramenta Google Planilhas e lançando mão da extensão ezGeocode, realizamos a confirmação de validade dos códigos de endereçamentos postais.

Posteriormente, por meio do programa *Google Earth Pro* georreferenciamos os códigos de endereçamentos postais válidos em coordenadas geográficas (latitude e longitude) na extensão kml, importamos os arquivos kml no programa QGIS versão 3.34 e transformamos em um *shapefile*.

Lançando mão do *shapefile* da bacia hidrográfica do Bacanga disponibilizado pelo IBGE em seu sítio eletrônico, adicionamos em camada o *shapefile* com os códigos de endereçamento postais válidos. Dessa forma foi possível localizar espacialmente os registros de diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível dentro dos limites da bacia hidrográfica.

### **População da Pesquisa**

Dados secundários de acesso e domínio público, extraídos do Sistema de Informações Hospitalares (SIH) e disponibilizados pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS).

### **Critérios de Inclusão**

Todos os registros de internações hospitalares contidos no SIH, independente de faixa etária, com o diagnóstico principal A09 (Diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível), baseado na 10ª revisão da Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID-10), que possuem Código de Endereçamento Postal (CEP) dentro dos limites da bacia hidrográfica do Bacanga, no

período de 2020 a 2022.

### **CrITÉRIOS de ExclusÃO**

Registros que não possuem informações claras do Código de Endereçamento Postal (CEP) e com localização fora dos limites da bacia hidrogrÁfica do Bacanga.

### **Aspectos Éticos**

Por utilizar dados secundÁrios de acesso pÚblico e sem possibilidade de identificação individual, o presente estudo dispensou aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa, conforme predito na resolução n 510, de 07 de abril de 2016.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

De acordo com as informações de internações hospitalares contidas no Sistema de Internações Hospitalares (SIH) do Sistema Único de Saúde (SUS), disponibilizadas pelo Departamento de InformÁtica do Sistema de Único de Saúde (DATASUS), com diagnóstico de diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível (A09), o municÍpio de São LuÍs registrou no perÍodo de 2020 a 2022 um total de duzentas e sessenta e nove notificações (tabela 1). No ano de 2020 totalizaram noventa e quatro casos de internações, enquanto que no ano subsequente esse nÚmero foi reduzido a sessenta e um, e no ano de 2022, houve uma elevação no nÚmero de casos alcanço um total de cento e quatorze casos notificados.

Tabela 1 – Síntese dos casos de Internações Hospitalares com diagnóstico de diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível (A09) no período de 2020 a 2022 notificados no Sistema de Informações Hospitalares.

<b>Casos de Internações Hospitalares com diagnóstico A09 notificados no SIH</b>			
<b>CRITÉRIOS</b>	<b>ANOS</b>		
	2020	2021	2022
<b>VÁLIDAS</b>	67	40	90
<b>CEP INVÁLIDO</b>	27	21	24
<b>TOTAL</b>	94	61	114

Fonte: Autoral, 2023.

A utilização de ferramenta ezGeocode, para validação dos códigos de endereçamentos postais (CEP) nos permitiu excluir setenta e dois registros de internações hospitalares da análise, devido inconsistência nesse dado.

Dado esse, bastante preocupante, haja vista a existência da Portaria nº 1570/GM/MS, de 29 de setembro de 2015, que em seu artigo 3º, inciso III, qualifica a competência do estabelecimento de saúde em efetuar o correto preenchimento dos dados do paciente no SIH/SUS e/ou no Sistema de Informações Ambulatoriais de Saúde (SIA/SUS).

Atualmente existe uma grande preocupação no que tange ao correto preenchimento dos dados do paciente nos sistemas de informações. Inúmeras secretarias municipais de saúde têm produzido cartilhas educativas e promovido treinamentos sobre esse assunto aos profissionais de saúde.

Os registros de internações hospitalares no município de São Luís com diagnóstico A09 no período de 2020 a 2022, com CEP válido, perfazem o total de cento e noventa e sete.

Em 2021, o número de internações hospitalares pode ter sido reduzido devido as políticas públicas de saúde estarem mais restritas, ou até mesmo o isolamento social

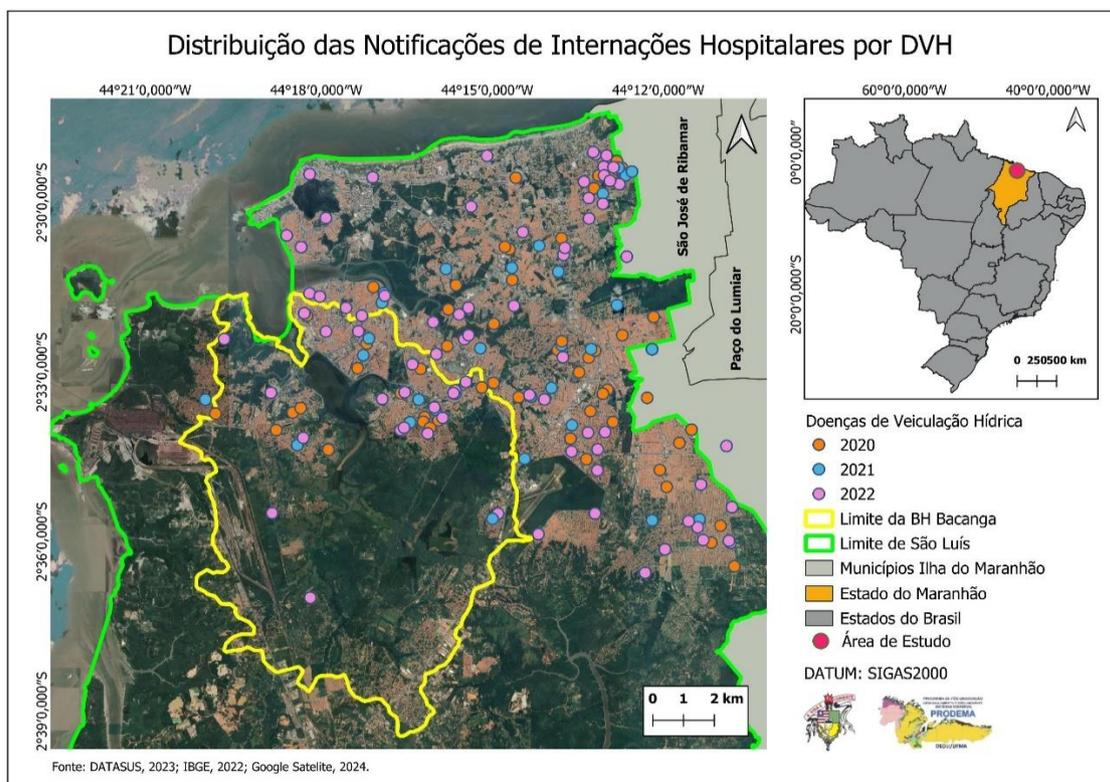
devido a pandemia da Covid-19 ter influenciado, interferindo no acesso aos serviços de saúde ou limitando o monitoramento dos casos.

A espacialização dos registros das notificações de internações hospitalares por Doença de Veiculação Hídrica – DVH permitiu identificar a distribuição, por conseguinte a concentração dos agravos dentro dos limites da bacia hidrográfica do Bacanga e ainda majoritariamente no perímetro urbano do município de São Luís – MA, além de avançar para além de seus limites (Figura 2).

Observa-se diversos pontos com localização limítrofe a territórios de municípios circunvizinhos. Dessa forma vislumbramos um desafio a ser enfrentado, haja visto que nos sistemas de informações oficiais do SUS, esses agravos são notificados em um município, no caso em estudo no município de São Luís – MA, e territorialmente pertencerem a municípios limítrofes.

Verifica-se ainda, uma heterogeneidade na distribuição dos agravos, quando avaliado a temporalidade. Em 2022, a distribuição dos casos de DVH teve uma maior amplitude, sendo identificados casos em áreas (bairros) não identificados nos anos anteriores.

**Figura 2.** Distribuição das Notificações de Internações Hospitalares por DVH



Fonte: Autoral (2024).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, de acordo com os resultados obtidos, a diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível configuram um importante problema de saúde pública na região da bacia hidrográfica do Bacanga, no município de São Luís - MA, demonstrado por meio do quantitativo de notificações no sistema de internações hospitalares e da estreita correlação com saneamento básico. Esses dados indicam que além de apresentar alta morbidade na capital maranhense, a diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível está em crescimento no período estudado.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Abordagens Espaciais na Saúde Pública. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2007.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Ranking do Saneamento. Instituto Trata Brasil, 14ed., 2022.

BRASIL. Ministério das Cidades. Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgoto: Visão Geral ano de referência 2022. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, Brasília, DF: 2023.

ELLIOTT, Paul et. al. Spatial Epidemiology – Methods and Applications. Best & D. J. Briggs (ed.). Oxford: Oxford University Press, 2001. 475 pp

HELLER, L. Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento. Ciência & Saúde Coletiva, v. 3, n. 2, p. 73-84, 1998.

OLIVEIRA, M. A.; SALGADO, C.; RIBEIRO, H. Geoprocessamento no estudo de doenças infecciosas em meio urbano explorando abordagens em geografia da saúde e epidemiologia espacial no estudo da dengue. In: RIBEIRO, Helena. Geoprocessamento e

Saúde: muito além dos mapas. São Paulo: Manole, 2017.

SIQUEIRA, M.S.; ROSA, R.S.; BORDIN, R.; NUGEM, R. C. Internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado na rede pública de saúde da região metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2010 - 2014. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 26, n. 4, p. 795- 806, 2017.

TEIXEIRA, J.C., OLIVEIRA, G.S., VIALI, A.M., MUNIZ, S.S.; Estudo do impacto das deficiências de saneamento básico sobre a saúde pública no Brasil no período de 2001 a 2009. *Eng. sanit. Ambient.* v. 19, n. 1, p. 87-96, 2014.

## **VI. CAPÍTULO II – AVALIAÇÃO DOS RISCOS AMBIENTAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO BACANGA EM SÃO LUÍS – MA**

**Milena Oliveira Jorge Pereira<sup>1</sup>**

**José Aquino Júnior<sup>2</sup>**

### **RESUMO**

A Política Nacional do Meio Ambiente define um ambiente poluído pela degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudicam a saúde, segurança e bem-estar da população. Diante da possibilidade de avaliação sistêmica da dinâmica socioambiental, o gerenciamento ambiental das bacias hidrográficas busca a redução de conflitos e o manejo ecossistêmico, tendo como fim a melhoria da qualidade de vida da população. Observa-se que na bacia hidrográfica do Bacanga as intervenções humanas sobre o ambiente têm ocasionado alterações que influenciam no nível de saúde da população residente na região. Por meio desta pesquisa, busca-se analisar os riscos ambientais na bacia hidrográfica do Bacanga, no município de São Luís – MA, identificar eventos perigosos ao ambiente, definir as causas imediatas e básicas, detectar a ocorrência desses eventos, identificar possíveis consequências danosa, a frequência e a severidade mais esperadas, definir o nível qualitativo de risco, além de sugerir medidas de prevenção e proteção. Parte-se da hipótese de que as intervenções antrópicas têm atuado diretamente na qualidade ambiental da bacia, e a poluição decorrente dessas intervenções, interfere diretamente na saúde desta população. O objetivo principal deste artigo foi aplicar a matriz de avaliação de riscos para a bacia hidrográfica do Bacanga, tendo como premissa as orientações ao Plano de Segurança da Água desenvolvido pela Organização Mundial da Saúde. Na abordagem metodológica, trata-se de um estudo ecológico, de abordagem direta e sistêmica, de pesquisa descritiva, de caráter indutivo, de forma a evidenciar os principais perigos ambientais da referida bacia, por meio de uma avaliação preliminar de risco - técnica de identificação de perigos e análise de riscos para identificação de eventos perigosos, causas e consequências e estabelecimento de medidas de controle. Como resultado da observação direta e sistemática do ambiente constatou-se vários perigos por meio da matriz de risco ambiental da bacia hidrográfica do Bacanga: a supressão de áreas verdes, a intensificação dos processos erosivos, deterioração da qualidade da água, o assoreamento dos corpos de água

da bacia, além da proliferação de doenças; e através das análises estatísticas na distribuição de agravos de veiculação hídrica, a presença de dois agrupamentos, sendo um dentro da área de estudo e o outro em área de fronteira entre municípios da ilha do Maranhão.

Palavras-chave: Doenças Transmitidas pela Água, Análise Espacial, Vulnerabilidade em Saúde e Risco Ambiental.

## ABSTRACT

The National Environmental Policy defines an environment as polluted by the degradation of environmental quality resulting from activities that directly or indirectly harm the health, safety and well-being of the population. Given the possibility of systemic assessment of socio-environmental dynamics, environmental management of river basins seeks to reduce conflicts and manage ecosystems, with the aim of improving the quality of life of the population. It is observed that in the Bacanga river basin, human interventions on the environment have caused changes that influence the health level of the population living in the region. Through this research, we seek to analyze the environmental risks in the Bacanga river basin, in the municipality of São Luís - MA, identify events that are dangerous to the environment, define the immediate and basic causes, detect the occurrence of these events, identify possible harmful consequences, the most expected frequency and severity, define the qualitative level of risk, in addition to suggesting prevention and protection measures. The hypothesis is that human interventions have directly affected the environmental quality of the basin, and the pollution resulting from these interventions directly interferes with the health of this population. The main objective of this article was to apply the risk assessment matrix to the Bacanga river basin, based on the guidelines for the Water Safety Plan developed by the World Health Organization. The methodological approach is an ecological study, with a direct and systemic approach, descriptive research, and inductive in nature, in order to highlight the main environmental hazards of the basin, through a preliminary risk assessment - a technique for identifying hazards and risk analysis to identify dangerous events, causes and consequences and establish control measures. As a result of direct and systematic observation of the environment, several hazards were identified through the environmental risk matrix of the Bacanga river basin: the suppression of green areas, the

intensification of erosion processes, deterioration of water quality, silting of water bodies in the basin, and the proliferation of diseases; and through statistical analysis of the distribution of waterborne diseases, the presence of two clusters, one within the study area and the other in the border area between municipalities on the island of Maranhão.

Keywords: Waterborne Diseases, Spatial Analysis, Health Vulnerability and Environmental Risk.

## INTRODUÇÃO

A gestão sustentável das bacias hidrográficas tem por objetivo diagnosticar as condições do ambiente natural, identificar suas potencialidades e usos indicados, além de avaliar a dinâmica do uso do solo.

Inúmeros trabalhos destacam a utilização da bacia hidrográfica como área de estudo. Embora dentro do escopo de doenças de veiculação hídrica não tenham sido identificados trabalhos recentes, na bacia hidrográfica do Bacanga, no município de São Luís – MA, diversos estudos abordaram temas relacionados a qualidade e quantidade das águas, aos impactos da ocupação humana, ao planejamento urbano, à gestão de riscos de inundação, ao uso e à cobertura do solo, bem como os sistemas antrópicos. (DE MORAIS, 2022; FONTINELE TEIXEIRA et al., 2024; PEREIRA, 2024)

A caracterização da bacia hidrográfica ressalta os condicionantes naturais e a dinâmica socioeconômica. De acordo com Rocha et. al. (2000), trata-se de um sistema biofísico e socioeconômico, integrado e interdependente, contemplando atividades agrícolas, industriais, comunicações, serviços, facilidades recreacionais, formações vegetais, nascentes, córregos e riachos, lagoas e represas, enfim todos os habitats e unidades de paisagem.

Rebelo (2010) ressalta que a intervenção do homem deve ser analisada e pode desencadear o agravamento do risco podendo ser compreendido a nível de vulnerabilidade. Salienta ainda, que diversos autores analisam risco como a conjunção de situações de perigo e a vulnerabilidade.

Na gestão do risco, ao se considerar de uma forma integrada os riscos ambientais faz-se necessário avaliar as condições naturais, além da população a eles exposta.

Dessa forma a análise dos riscos ambientais torna-se relevante, principalmente em se tratando da água como principal elemento desse sistema. Tem por objetivo hierarquizar e priorizar os riscos para auxiliar na avaliação e no gerenciamento. Inclui as etapas de Avaliação, Gestão e Comunicação de Risco (AS/NZS, 2004).

A presente pesquisa buscou realizar a análise dos riscos ambientais na bacia hidrográfica do Bacanga, no município de São Luís – MA, identificar eventos perigosos ao ambiente, definir as causas imediatas e básicas, detectar a ocorrência desses eventos, identificar possíveis consequências danosas, a frequência e a severidade mais esperadas, definir o nível qualitativo dos riscos, além da sugerir medidas de prevenção e proteção.

O objetivo principal deste artigo foi aplicar a matriz de avaliação de riscos para a bacia hidrográfica do Bacanga, tendo como premissa as orientações ao Plano de Segurança da Água desenvolvido pela Organização Mundial da Saúde e realizar uma análise de percepção ambiental por meio de registros iconográficos.

## **MÉTODO**

Trata-se de um estudo ecológico, de abordagem direta e sistêmica, de pesquisa descritiva, de caráter indutivo, concebida em quatro principais etapas. A primeira consistiu no levantamento de documentos, legislações, planos de saneamento básico, relatório de situação de recursos hídricos, dissertações e outros trabalhos acadêmicos, realizado em plataforma online até o segundo semestre de 2023.

A segunda etapa consistiu na aplicação de método útil para monitoramento das bacias hidrográficas, a análise preliminar de risco, resultando em uma matriz de riscos da bacia hidrográfica do Bacanga.

A terceira etapa consistiu na análise estatística da distribuição do agravo, por meio da estimativa de densidade de Kernel (BERGAMASCHI, 2010).

A quarta etapa consistiu na análise iconográfica, em seus três níveis, de acordo com Boccato e Fujita (2006). No primeiro nível, o pré-iconográfico, foram descritos os componentes objetos da imagem. No segundo nível, o iconográfico, as imagens foram classificadas de acordo com o assunto secundário que as compõem. E no terceiro nível, a iconologia, as imagens foram analisadas buscando uma interpretação mais aprofundada,

uma contextualização social, política e/ou econômica sobre a representatividade do conteúdo analisado.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Um ambiente poluído, segundo a Política Nacional do Meio Ambiente, apresenta degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, segurança e bem-estar da população, afetando desfavoravelmente a biota, e lançam materiais em desacordo aos padrões estabelecidos.

De forma que o gerenciamento ambiental das bacias hidrográficas perpassa por um planejamento integrado em que haja a compreensão de indicadores de diferentes áreas, a possibilidade de avaliação sistêmica da dinâmica socioambiental, além da busca pela redução de conflitos e manejo ecossistêmico, visando sempre a melhoria da qualidade de vida da população residente na região.

De acordo com Cardella (2011), a avaliação preliminar de risco é uma técnica de identificação de perigos e análise de riscos que consiste em identificar eventos perigosos, causas e consequências e estabelecer medidas de controle. Preliminar, porque é utilizada como primeira abordagem do objeto de estudo. Num grande número de casos é suficiente para estabelecer medidas de controle de riscos. O objeto da avaliação pode ser área, sistema, procedimento, projeto ou atividade e seu foco são todos os perigos do tipo evento perigosos ou indesejável.

A avaliação dos riscos ambientais segue algumas etapas, dentre elas, a identificação de eventos perigosos, a definição de causas imediatas e básicas, meios para detectar a ocorrência de um evento perigoso, a identificação de possíveis consequências danosas aos eventos perigosos, a identificação qualitativa da frequência esperada, a identificação qualitativa da severidade mais esperada, definição do nível qualitativo de risco além da sugestão de medidas de prevenção e proteção (CARDELLA, 2011)

A Matriz de Risco Ambiental da Bacia Hidrográfica do Bacanga, produto resultante da observação direta e sistemática do ambiente, evidenciou como principais perigos a supressão de áreas verdes, a intensificação dos processos erosivos, deterioração da qualidade da água, o assoreamento dos corpos de água da bacia, além da proliferação de doenças.

A supressão de áreas verdes tem como causa o aumento do uso e ocupação do solo desordenadamente e o desmatamento, podendo ser detectados por sensoriamento remoto, monitoramento ambiental e inspeções regulares. Como efeito ocasiona danos/desequilíbrios ambientais, alteração/perda da biodiversidade, degradação do solo, alterações climáticas e diminuição da qualidade de vida da população residente na região. A frequência foi caracterizada como muito alta, severidade crítico e risco crítico. Como recomendações temos a realização de monitoramento, ações socioambientais e o planejamento ambiental integrado.

A intensificação dos processos erosivos possui suas causas alicerçadas no aumento do arruamento, além do aumento do uso e ocupação do solo de forma desordenada, podendo ser detectados por sensoriamento remoto, monitoramento ambiental e inspeções regulares. Como efeito ocasiona dano ambiental e assoreamento dos corpos d'água. A frequência foi caracterizada como alta, severidade marginal e risco moderado. Como recomendações temos a realização de monitoramento, ações socioambientais, o planejamento ambiental integrado e fiscalização periódica pela Defesa Civil.

A deterioração da qualidade da água ocasionada pela contaminação dos corpos d'água da bacia, lançamento in natura dos esgotos domésticos, ausência de infraestrutura adequada de saneamento básico, descarte/acúmulo irregular de resíduos domésticos/ lixo em zonas de fraqueza (falhas), terrenos friáveis e de declividade elevada, por incineração ou enterramento. Detectados por monitoramento ambiental, inspeções e coletas de amostras para avaliações regulares. Como efeito resulta danos/desequilíbrios ambientais, alteração/perda da biodiversidade, proliferação de doenças de veiculação hídrica e ainda a diminuição da qualidade de vida da população residente na região da bacia hidrográfica. A frequência foi caracterizada como muito alta, severidade crítico e risco crítico. Como recomendações temos a realização de monitoramentos, de ações socioambientais, análise e controle da qualidade da água e o planejamento ambiental integrado.

O assoreamento dos corpos de água da bacia tem como causa o carreamento de sedimentos resultantes da ação antrópica e de resíduos oriundos de descarte irregular. Podendo ser detectado pelo monitoramento ambiental e por inspeções regulares. Tem como efeito a diminuição do volume hídrico, danos/desequilíbrios ambientais, além de alteração/perda da biodiversidade. A frequência foi caracterizada como alta, severidade marginal e risco moderado. Como recomendações temos a realização de monitoramentos,

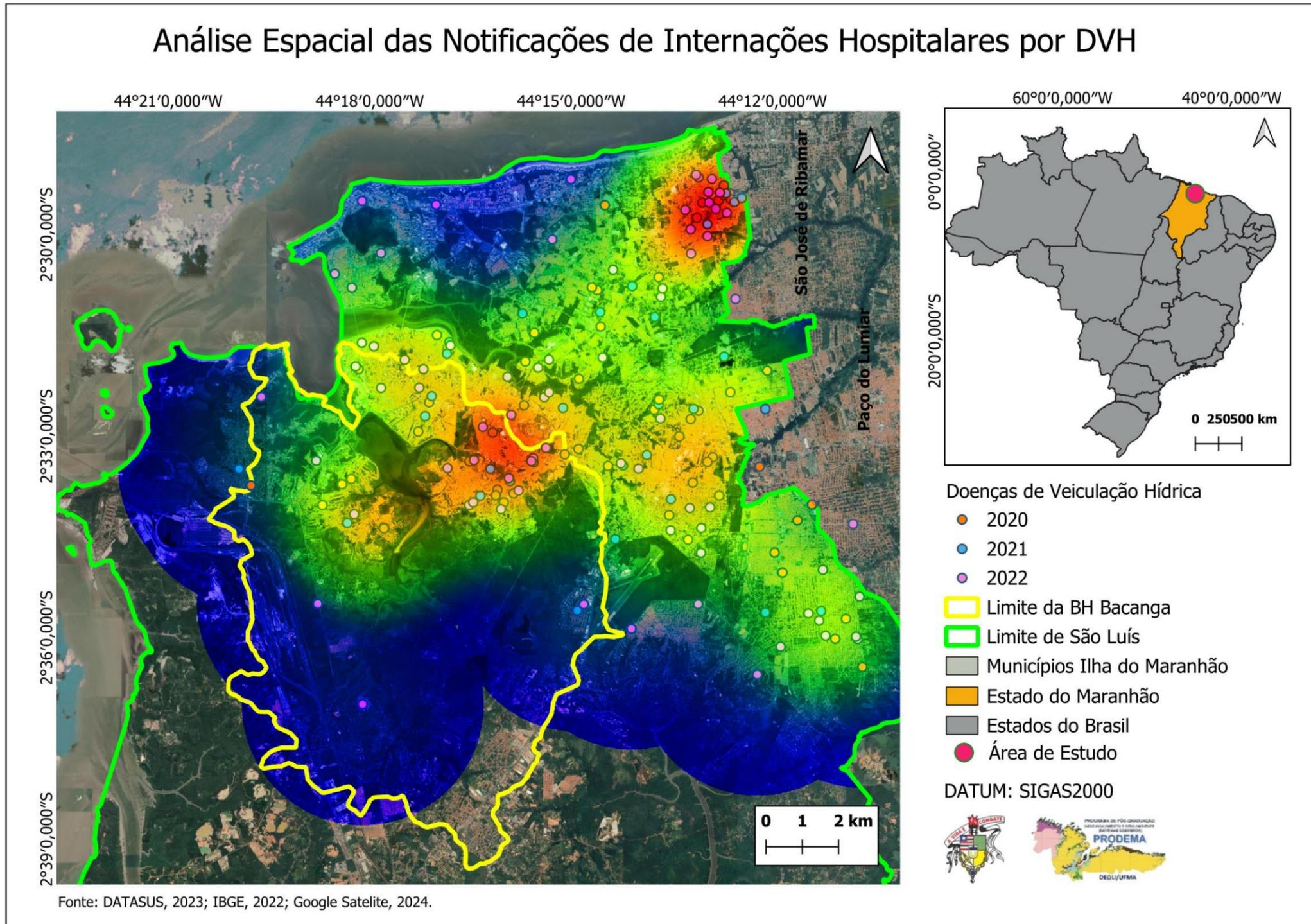
de ações socioambientais e o planejamento ambiental integrado.

A proliferação de doenças ocasionada em razão das precárias condições de infraestrutura e saneamento básico, da destinação inadequada dos resíduos domésticos, além da ingestão de água e alimentos contaminados. Detectada via monitoramento dos agentes comunitários de saúde, da gestão dos indicadores de saúde, além das notificações de agravos e internações hospitalares. Tem como efeito danos à saúde humana e também danos ambientais (poluição, contaminação). A frequência foi caracterizada como alta, severidade crítico e risco sério. Como recomendações temos a realização de monitoramentos dos indicadores de saúde, de ações socioambientais e o planejamento ambiental integrado.

Quando realizadas análises estatísticas na distribuição de agravos de veiculação hídrica na referida área de estudo (figura 3), constatou-se a presença de dois agrupamentos (clusters), sendo um dentro da área de estudo e o outro em área de fronteira entre municípios da ilha do Maranhão.

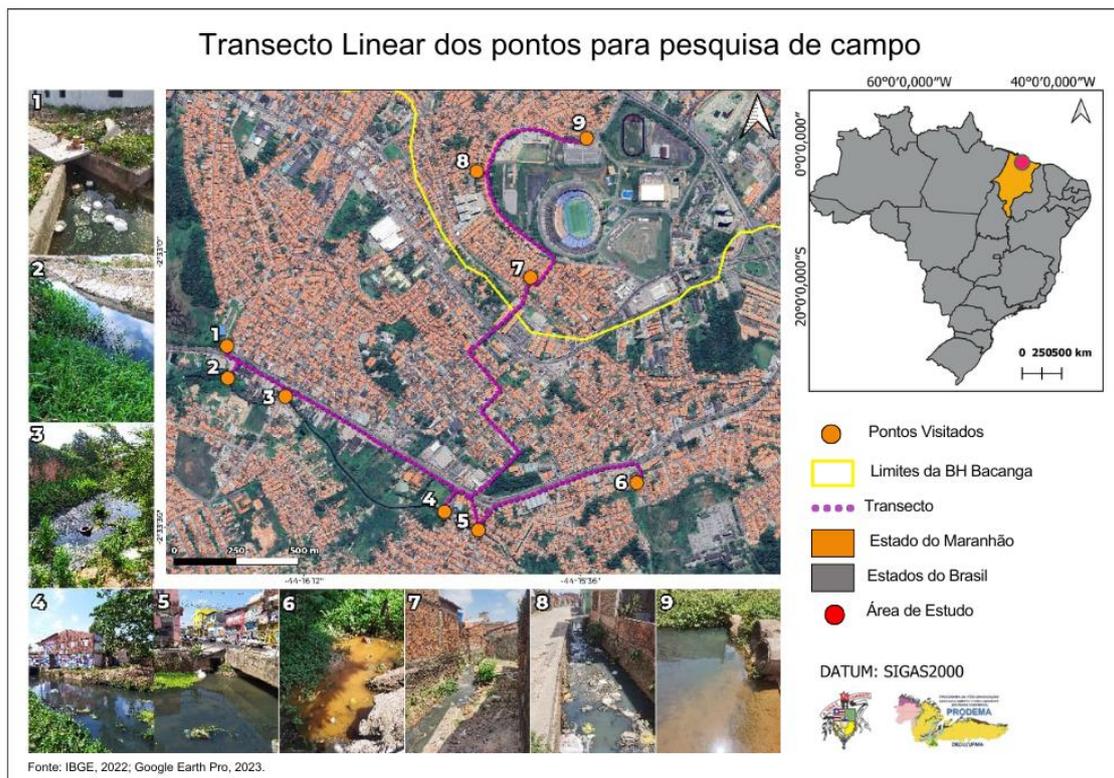
Vale ressaltar a possibilidade de conflitos relacionados às fronteiras intermunicipais, haja visto desacordo entre as malhas territoriais disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e os registros de notificações de internações hospitalares por doenças de veiculação hídrica, baseados nos códigos de endereçamento postal do município de São Luís – MA.

Figura 3. Análise Espacial das Notificações de Internações Hospitalares por DVH



Durante a pesquisa de campo, os registros fotográficos foram feitos seguindo o transecto linear (figura 4) definido a partir do resultado da análise estatística da estimativa de densidade de Kernel (mapa de calor) que evidenciou um agrupamento (cluster) dentro da área de estudo. Foram realizadas, ao todo, 192 (cento e noventa e dois) registros fotográficos, seguindo a orientação do *Checklist de Percepção Ambiental para Registros Iconográficos na Bacia Hidrográfica do Bacanga* (Apêndice A) para análise das condições ambientais da referida área.

**Figura 4.** Transecto linear dos pontos para pesquisa de campo



Fonte: Autoral (2024).

Foram selecionados 108 (cento e oito) registros fotográficos, sendo estes agrupados em mosaicos de acordo com as coordenadas geográficas dos pontos de pesquisa de campo (tabela 2), para a análise iconográfica e iconológica.

**Tabela 2.** Pontos visitados na pesquisa de campo

<b>PONTOS VISITADOS NA PESQUISA DE CAMPO</b>		
<b>Ponto</b>	<b>Localização/Bairro</b>	<b>Coordenadas Geográficas</b>
01	Coroado – Praça do COMPEC	2°33'12.3"S 44°16'22"W
02	Rio das Bicas	2°33'16.5"S 44°16'21.9"W
03	Parque Timbiras – Coroadinho	2°33'18.9"S 44°16'14.4"W
04	Coroadinho – Fundação Bradesco	2°33'34"S 44°15'53.7"W
05	Coroadinho – Entrada principal	2°33'36.4"S 44°15'49.3"W
06	Salinas do Sacavém	2°33'30.2"S 44°15'28.7"W
07	Jordoa – Vala	2°33'03.3"S 44°15'42.5"W
08	Jordoa – Castelão	2°32'49.4"S 44°15'49.5"W
09	Barreto - Castelão	2°32'45.1"S 44°15'35.2"W

Fonte: Autoral, 2024.

Em cada um dos pontos visitados foram realizados registros fotográficos, sendo estes apresentados no formato de figuras contendo mosaicos e quadros com a análise iconográfica detalhada de acordo com os níveis.

**Figura 5.** Mosaico Fotográfico Coroado – Praça do COMPEC / Ponto 01



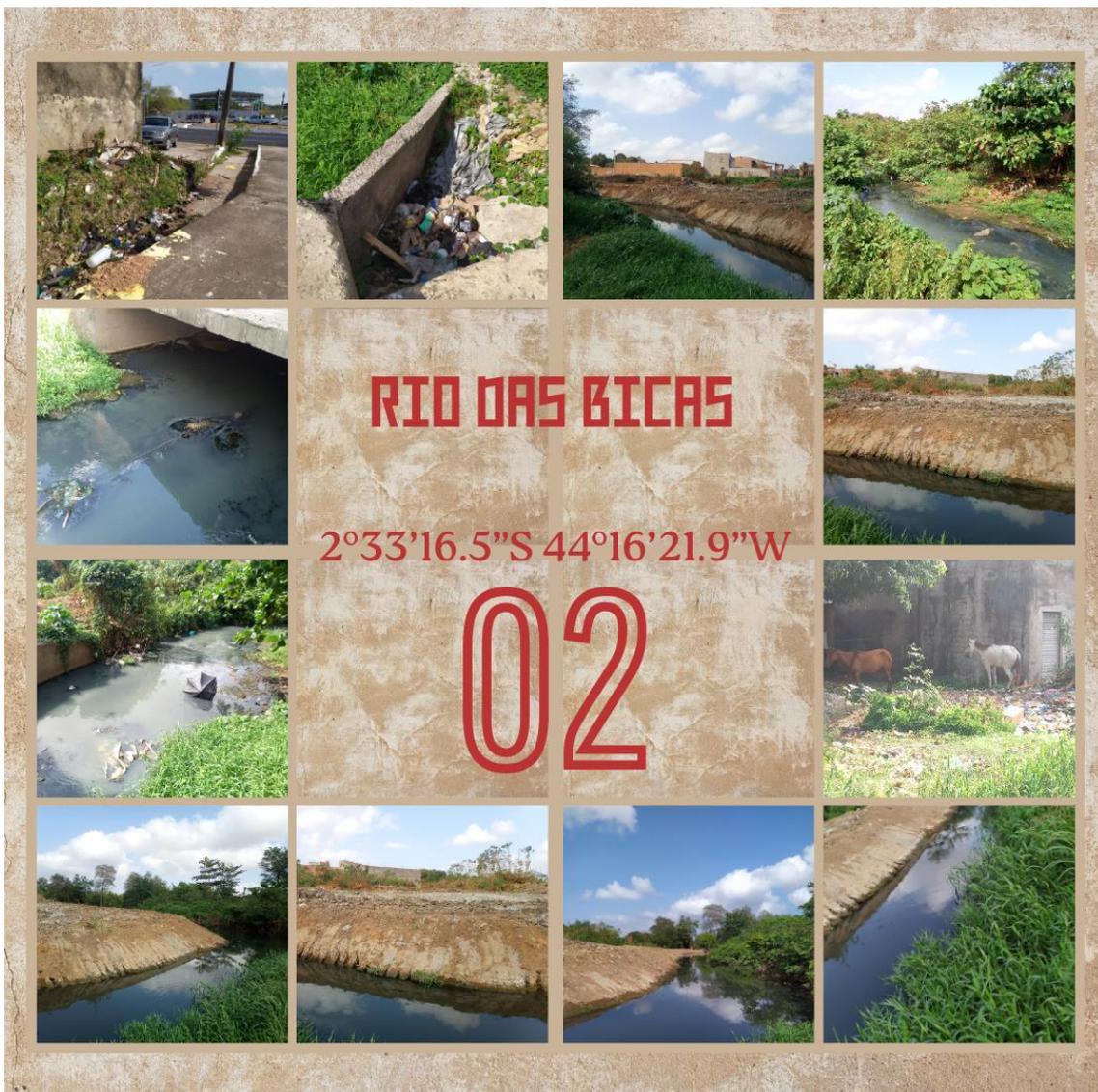
Fonte: Autorial (2024).

**Quadro 2.** Análise Iconográfica Coroado – Praça do COMPEC / Ponto 01

<b>MOSAICO</b>	<b>PRÉ-ICONOGRÁFICA</b>	<b>ICONOGRÁFICA</b>	<b>ICONOLÓGICA</b>
<b>Coroado – Praça do COMPEC</b>	<p>➤ Placa de identificação de obra, blocos de pré-moldados de cimento, galpão com telhado metálico, sacos de plásticos pretos, tijolos de cerâmica, resíduos e capina e de construção civil, esgoto a “céu aberto”, lixo domiciliar, animais domésticos (galináceos), marmitex de isopor, garrafas de vidro e pets, incineração de resíduo domiciliar, pneus de carro, eletrodoméstico (tampa de máquina de lavar), pessoa, arruamento com pavimentação, veículos automotores de duas rodas e de quatro rodas, vegetação nativa e residências de alvenaria.</p>	<p>➤ O local está em construção. Há grande quantidade de resíduos de construção civil, domiciliares e de capina. Inúmeras residências no entorno e criação de animais domésticos soltos. Canalização de efluentes domésticos a “céu aberto”. Presença de superfloração de algas e/ou vegetais aquáticos, cor predominante da água verde escuro e parcialmente transparente. Proliferação de insetos e roedores. Exalação de odores desagradáveis, descarte irregular de resíduo sólido a “céu aberto” e incineração, além da presença de catador. Área com risco de alagamento/inundação e com drenagem pluvial subterrânea.</p>	<p>➤ Construção da praça do complexo de educação e cidadania. No momento do registro fotográfico poucas pessoas trabalhando e presença de catador de resíduos. Grande quantidade de resíduos de construção civil, domiciliares e de capina, presença de insetos e roedores e exalação de odor bastante desagradável. Visualizamos a criação de animais domésticos para subsistência se alimentando de resíduos domiciliares e dos efluentes domésticos.</p>

Fonte: Autoral (2024).

**Figura 6.** Mosaico Fotográfico Rio das Bicas / Ponto 02



Fonte: Autorial (2024).

**Quadro 3.** Análise Iconográfica Rio das Bicas / Ponto 02

<b>MOSAICO</b>	<b>PRÉ-ICONOGRÁFICA</b>	<b>ICONOGRÁFICA</b>	<b>ICONOLÓGICA</b>
<b>Rio das Bicas</b>	<p>➤ Arruamento com pavimentação, veículos automotores de quatro rodas, sacos e garrafas plásticas, pedaços de madeira, guarda-chuva, esgoto a “céu aberto”, lixo domiciliar, animais de grande porte (equinos), corpo hídrico, sobrenadantes, mata ciliar, assoreamento de margens.</p>	<p>➤ Visível processo de terraplanagem e assoreamento de margem do corpo hídrico. Há grande quantidade de descarte irregular de resíduos domiciliares. Inúmeras construções de alvenaria próximas às margens do corpo hídrico, e criação de animais de grande porte (equinos) soltos. Canalização de efluentes domésticos a “céu aberto”. Presença de superfloração de vegetais aquáticos e sobrenadantes, cor predominante da água verde escuro e parcialmente transparente. Proliferação de insetos e roedores, e exalação de odores desagradáveis. Área com excesso de vegetação, com risco de alagamento/inundação e drenagem pluvial superficial e subterrânea.</p>	<p>➤ Área marginal do rio das Bicas. No momento do registro fotográfico não visualizamos pessoas no local. Grande quantidade de resíduos domiciliares, presença de insetos e roedores e exalação de odor bastante desagradável. Visualizamos a criação de animais de grande porte (equinos) se alimentando de resíduos domiciliares. Excesso de vegetação em uma das margens e processo de terraplanagem e assoreamento do leito do rio na margem oposta.</p>

Fonte: Autoral (2024).



**Quadro 4.** Análise Iconográfica Parque Timbiras – Coroadinho / Ponto 03

<b>MOSAICO</b>	<b>PRÉ-ICONOGRÁFICA</b>	<b>ICONOGRÁFICA</b>	<b>ICONOLÓGICA</b>
<b>Parque Timbiras - Coroadinho</b>	<p>➤Arruamento com pavimentação, veículos automotores de duas rodas e de quatro rodas, caminhão, bicicleta, pessoas, sacos plásticos, papéis, pneus, vassoura, caixa de papelão, chinelo, hélice de ventilador, resíduos domiciliares, capina e de construção civil, esgoto a “céu aberto”, garrafas de vidro e pets, vegetação aquática, sobrenadantes, construções de alvenaria e varal com roupas.</p>	<p>➤O local possui grande fluxo de pessoas e veículos. Há grande quantidade de resíduos domiciliares, de capina e de construção civil. Inúmeras construções de alvenaria no entorno. Canalização de efluentes domésticos a “céu aberto”. Presença de superfloração de algas e/ou vegetais aquáticos, cor predominante da água verde escuro e parcialmente transparente. Proliferação de insetos e roedores. Exalação de odores desagradáveis, e descarte irregular de resíduo sólido a “céu aberto”. Área com risco de alagamento/ inundação e com drenagem pluvial superficial e subterrânea.</p>	<p>➤ Leito do rio das Bicas canalizado a “céu aberto”. No momento do registro fotográfico inúmeras pessoas e veículos circulando. Grande quantidade de resíduos de domiciliares, de construção civil e de capina, presença de insetos e roedores e exalação de odor bastante desagradável. Visualizamos o quintal de uma residência com varal de roupas às margens do corpo hídrico. Ausência de varrição da via pública e de serviço de capina e roçagem e obstrução do sistema de microdrenagem.</p>

Fonte: Autoral (2024).

**Figura 8.** Mosaico Fotográfico Coroadinho – Fundação Bradesco / Ponto 04



Fonte: Autorial (2024).

**Quadro 5.** Análise Iconográfica Coroadinho – Fundação Bradesco / Ponto 04

<b>MOSAICO</b>	<b>PRÉ-ICONOGRÁFICA</b>	<b>ICONOGRÁFICA</b>	<b>ICONOLÓGICA</b>
<b>Coroadinho – Fundação Bradesco</b>	➤ Construção de alvenaria, sacos e garrafas plásticas, resíduos domiciliares, de capina e varrição e de construção civil, corpo hídrico, vegetais aquáticos e sobrenadantes, assoreamento de margens.	➤ Visível processo de assoreamento de margem do corpo hídrico. Há presença de superfloração de vegetais aquáticos e sobrenadantes, cor predominante da água verde escuro e parcialmente transparente. Descarte irregular de resíduos domiciliares, de capina e varrição e de construção civil. Inúmeras construções de alvenaria próximas às margens do corpo hídrico. Proliferação de insetos e roedores, e exalação de odores desagradáveis. Área com risco de alagamento/ inundação, linha d'água nas paredes e drenagem pluvial superficial e subterrânea.	➤ Área marginal do rio das Bicas com escolas e ginásio bem próximos. No momento do registro fotográfico visualizamos grande quantidade de pessoas nas proximidades do local. Grande quantidade de resíduos domiciliares, presença de insetos e roedores e exalação de odor bastante desagradável. Visualizamos linha d'água nas paredes de residências próximas. Excesso de vegetação em uma das margens e processo de assoreamento do leito do rio na margem oposta.

Fonte: Autoral (2024).

**Figura 9.** Mosaico Fotográfico Coroadinho – Entrada principal / Ponto 05



Fonte: Autorial (2024).

**Quadro 6.** Análise Iconográfica Coroadinho – Entrada principal / Ponto 05

MOSAICO	PRÉ-ICONOGRÁFICA	ICONOGRÁFICA	ICONOLÓGICA
<p><b>Coroadinho – Entrada Principal</b></p>	<p>➤Arruamento com pavimentação, construções de alvenaria, veículos automotores de duas rodas e de quatro rodas, caminhão, ônibus, bicicleta, corrimão de ferro, pessoas, sacos e garrafas plásticas, papéis, marmitex de isopor, pedaços de madeira e de telhas, pneus, caixa de papelão, capacete, cano pvc, resíduos domiciliares, capina e de construção civil, esgoto a “céu aberto”, vegetação aquática e sobrenadantes.</p>	<p>➤O local possui grande fluxo de pessoas e veículos. Há grande quantidade de resíduos domiciliares, de capina e de construção civil. Inúmeras construções de alvenaria no entorno. Canalização de efluentes domésticos a “céu aberto”. Presença de superfloração de algas e/ou vegetais aquáticos, cor predominante da água verde escuro e parcialmente transparente. Proliferação de insetos e roedores. Exalação de odores desagradáveis, e descarte irregular de resíduo sólido a “céu aberto”. Área com risco de alagamento/ inundação, drenagem pluvial superficial e subterrânea e presença de linhas d’água nas paredes das construções.</p>	<p>➤ Leito do rio das Bicas canalizado a “céu aberto”. No momento do registro fotográfico inúmeras pessoas e veículos circulando. Grande quantidade de resíduos de domiciliares, de construção civil e de capina, presença de insetos e roedores e exalação de odor bastante desagradável. Visualizamos canalização de efluentes domésticos das construções sendo lançados diretamente no corpo hídrico. Ausência de varrição da via pública e de serviço de capina e roçagem e obstrução do sistema de microdrenagem.</p>

Fonte: Autoral (2024).

**Figura 10.** Mosaico Fotográfico Salinas do Sacavém / Ponto 06



Fonte: Autorial (2024).

**Quadro 7.** Análise Iconográfica Salinas do Sacavém / Ponto 06

<b>MOSAICO</b>	<b>PRÉ-ICONOGRÁFICA</b>	<b>ICONOGRÁFICA</b>	<b>ICONOLÓGICA</b>
<b>Salinas do Sacavém</b>	<p>➤ Arruamento com pavimentação asfáltica, sacos plásticos, papéis, sacos de papelão, latas de alumínio, pedaços de madeira, animais mortos, resíduos domiciliares, capina e de construção civil, esgoto a “céu aberto”, garrafas de vidro e pets, vegetação, construções de alvenaria, bueiro de esgoto.</p>	<p>➤ O local possui grande número de residências, uma praça muito próxima a via de grande fluxo de pessoas e veículos. Há grande quantidade de resíduos domiciliares, de capina e de construção civil. Inúmeras construções de alvenaria no entorno. Canalização de efluentes domésticos a “céu aberto”. Presença de vegetais aquáticos, cor predominante da água verde amarelada. Proliferação de insetos e roedores. Exalação de odores desagradáveis, e descarte irregular de resíduo sólido a “céu aberto”. Área com risco de alagamento/inundação, linhas d’água nas paredes das residências e com drenagem pluvial superficial e subterrânea.</p>	<p>➤ Corpo hídrico canalizado a “céu aberto”. No momento do registro fotográfico pouquíssimas pessoas e nenhum veículo circulando. Grande quantidade de resíduos de domiciliares, de construção civil e de capina, presença de insetos, roedores e animais mortos, e exalação de odor bastante desagradável. Visualizamos linhas d’água nas paredes das residências e destinação de efluentes domésticos em via pública. Ausência de varrição da via pública e de serviço de capina e roçagem e obstrução do sistema de microdrenagem.</p>

Fonte: Autoral (2024).

**Figura 11.** Mosaico Fotográfico Jordoa – Vala / Ponto 07



Fonte: Autorial (2024).

Quadro 8. Análise Iconográfica Jordoá – Vala / Ponto 07

MOSAICO	PRÉ-ICONOGRÁFICA	ICONOGRÁFICA	ICONOLÓGICA
<b>Jordoá - Vala</b>	<p>➤ Arruamento com pavimentação, caminhão, sacos plásticos, papéis, papelão, resíduos domiciliares, capina e de construção civil, bueiro, boca de lobo com grela de madeira, esgoto a “céu aberto”, garrafas de vidro e pets, latas de alumínio, vegetação aquática, sobrenadantes, construções de alvenaria.</p>	<p>➤ O local possui grande quantidade de construções de alvenaria. Lançamento de efluentes domésticos em canal a “céu aberto”, resíduos domiciliares, de capina e de construção civil. Presença de vegetais aquáticos, cor predominante da água verde escuro e parcialmente transparente. Proliferação de insetos e roedores. Exalação de odores desagradáveis, e descarte irregular de resíduo sólido a “céu aberto”. Área com risco de alagamento/inundação, presença de linhas d’água nas paredes e sistema de drenagem pluvial superficial e subterrânea.</p>	<p>➤ Canalização a “céu aberto” de efluentes domésticos. No momento do registro fotográfico poucas pessoas e veículos circulando. Grande quantidade de resíduos de domiciliares, de construção civil e de capina, presença de insetos e roedores e exalação de odor bastante desagradável. Visualizamos o lançamento de efluentes em via pública e construções de alvenaria em terrenos acidentados, com elevado risco de deslizamento e desabamento.</p>

Fonte: Autoral (2024).

Figura 12. Mosaico Fotográfico Jordoa – Castelão / Ponto 08



Fonte: Autorial (2024).

**Quadro 9.** Análise Iconográfica Jordoá – Castelão / Ponto 08

<b>MOSAICO</b>	<b>PRÉ-ICONOGRÁFICA</b>	<b>ICONOGRÁFICA</b>	<b>ICONOLÓGICA</b>
<b>Jordoá – Castelão</b>	<p>➤ Arruamento com pavimentação, sacos e garrafas plásticas, papéis, pneus, pedaços de cano pvc, caixa de papelão, marmitex de isopor, resíduos domiciliares, capina e de construção civil, esgoto a “céu aberto”, fossa séptica com sumidouro, vegetação aquática, espuma e sobrenadantes, construções de alvenaria e boca de lobo com grelha de ferro.</p>	<p>➤ Há grande quantidade de efluente doméstico canalizado em via pública a “céu aberto”, além de descarte irregular de resíduos domésticos, de capina e de construção civil. Inúmeras construções de alvenaria no entorno. Presença de espuma, sobrenadantes e vegetais aquáticos, cor predominante da água verde escuro e parcialmente transparente. Proliferação de insetos e roedores. Exalação de odores desagradáveis. Área com risco de alagamento/inundação e com drenagem pluvial superficial e subterrânea.</p>	<p>➤ Canalização a “céu aberto” de efluentes domésticos. No momento do registro fotográfico ausência de pessoas e de veículos circulando na via pública. Descarte irregular de grande quantidade de resíduos de domiciliares no canal e em sarjeta da via pública, presença de insetos e roedores e exalação de odor bastante desagradável. Ausência de varrição da via pública e de serviço de capina e roçagem.</p>

Fonte: Autoral (2024).



**Quadro 10.** Análise Iconográfica Barreto - Castelão / Ponto 09

<b>MOSAICO</b>	<b>PRÉ-ICONOGRÁFICA</b>	<b>ICONOGRÁFICA</b>	<b>ICONOLÓGICA</b>
<b>Barreto - Castelão</b>	➤ Arruamento com pavimentação asfáltica, sacos plásticos, garrafas de vidro e pets, papéis, marmitex de isopor, resíduos domiciliares, capina e de construção civil, esgoto a “céu aberto”, vegetação aquática, sobrenadantes, construções de alvenaria e peixes.	➤ O local possui grande fluxo de pessoas e veículos. Há grande quantidade de resíduos domiciliares, de capina e de construção civil. Inúmeras construções de alvenaria no entorno. Canalização de efluentes domésticos a “céu aberto”. Presença de vegetais aquáticos, cor predominante da água verde escuro e parcialmente transparente, com presença de grande quantidade de peixes. Proliferação de insetos e roedores. Exalação de odores desagradáveis, e descarte irregular de resíduos sólidos a “céu aberto”. Área com risco de alagamento/inundação e com drenagem pluvial superficial e subterrânea.	➤ Canalização de corpo hídrico a “céu aberto”. No momento do registro fotográfico poucas pessoas e veículos circulando. Grande quantidade de resíduos domiciliares, de construção civil e de capina, presença de insetos e roedores e exalação de odor bastante desagradável. Visualizamos uma grande quantidade de peixes da espécie ciclídeos de água doce do gênero tilápia. Ausência de varrição da via pública e de serviço de capina e roçagem e obstrução do sistema de microdrenagem.

Fonte: Autoral (2024).

A análise dos quadros e mosaicos fotográficos evidencia uma realidade alarmante na região da bacia hidrográfica do Bacanga. Os registros fotográficos retratam não apenas a precariedade do saneamento básico, mas também as consequências diretas da falta de infraestrutura adequada sobre o meio ambiente e a população local.

Os mosaicos fotográficos dos pontos Coroadó (01), Rio das Bicas (02) e Salinas do Sacavém (06) revelaram elementos visíveis como esgoto a céu aberto, descarte irregular de resíduos sólidos e vegetação aquática em superfloração, indicando problemas crônicos de drenagem e ausência de gestão ambiental, no nível pré-iconográfico.

Em nível iconográfico, os registros fotográficos selecionados demonstram a relação causal entre ocupações irregulares, descarte de resíduos e danos ambientais. Há sinais claros de vulnerabilidade, como a proximidade de residências e instituições às áreas degradadas.

A interpretação final, em nível iconológico, aponta que tais condições impactam diretamente a saúde pública, com riscos hídricos e alta incidência de doenças de veiculação hídrica. O descaso estrutural reflete desigualdade social e a ausência de políticas públicas efetivas de saneamento.

A análise dos quadros demonstra a necessidade de intervenções rápidas e planejadas, que integrem saneamento, drenagem urbana e educação ambiental como soluções sustentáveis.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Inúmeras condições de precariedade observadas na região da bacia hidrográfica do Bacanga, caracterizam-se quanto à carência de infraestrutura e de serviços essenciais. Em geral, o escoamento do esgoto é feito, quase sempre, a "céu aberto" e os dejetos humanos são destinados às fossas sépticas.

A falta de infraestrutura e serviços tem deixado essa população cada vez mais vulnerável a doenças, revelando uma profunda desigualdade social. Sendo a principal consequência da ausência do serviço de esgotamento sanitário, a contaminação dos mananciais de águas. Isso demonstra falta de investimento nos serviços básicos e o descaso do poder público com o meio ambiente e a saúde da população.

A diminuição da qualidade de vida da população que reside na região da bacia hidrográfica do Bacanga tem sido consequência de diversos fatores de degradação ambiental, dentre eles o desmatamento e a ocupação das margens dos cursos d'água urbanos, para satisfazer o adensamento populacional e dessa forma acelerar o processo de transformação ambiental.

Dessa forma, a paisagem da bacia hidrográfica do Bacanga evidencia a estreita relação entre degradação ambiental e saúde pública, e ainda, que as condições socioeconômicas influenciam os problemas ambientais, especialmente nas áreas mais carentes.

## REFERÊNCIAS

- AS/NZS. Risk Management 4.360:2004. Sydney: Standards Australia, Wellington: Standards New Zealand, 30p, 2004.
- BERGAMASCHI, R. B. SIG aplicado a segurança no trânsito – estudo de caso no município de Vitória – ES. 74 f. Universidade Federal do Espírito Santo: Vitória, 2010.
- BOCCATO, V. R. C.; FUJITA, M. S. L. Discutindo a análise documental de fotografias: uma síntese bibliográfica. *Cadernos Bad*, n. 2, 2006.
- BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Institui a Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1981.
- CARDELLA, Benedito. Segurança no trabalho e prevenção de acidentes: uma abordagem holística. 1ª Ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- DE MORAIS, Marly Silva et al. Análise do uso e cobertura da terra e dos sistemas antrópicos da bacia hidrográfica do rio Bacanga – São Luís/MA. *REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA*, Fortaleza, v. 15, n. 2, p. 137-148, fev. 2022. ISSN 1982-5528.
- FONTINELE TEIXEIRA, A.; VAZ ROSA, D. T.; DO NASCIMENTO DIAS, L.; LEAL DE CASTRO, A. C. Impactos da ocupação humana na sub-bacia do rio Maracanã, pertencente a bacia hidrográfica do Bacanga, ilha de São Luís - MA. *Revista Territorium Terram, [S. l.]*, v. 7, n. 13, p. 574–586, 2024.
- PEREIRA, Claudia Rakel Pena. Planejamento urbano e gestão de risco de inundação na bacia hidrográfica do rio Bacanga – São Luís, MA. *Geoconexões, [S. l.]*, v. 1, n. 18, p. 129–150, 2024. DOI: 10.15628/geoconexes.2024.14985.
- REBELO, F. Geografia física e riscos naturais. Coimbra, 2010.
- ROCHA, O; PIRES, J.S.; SANTOS, J.E. dos. A bacia hidrográfica como unidade de estudo e planejamento. In: *A bacia hidrográfica do córrego monjolinho*. São Carlos: RIMA, 2000.

## VII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O panorama atual da bacia hidrográfica do Bacanga repercute diretamente na qualidade de vida da população residente nessa região. A existência de cenários de degradação ambiental e carência na oferta de serviços públicos essenciais, reflete de maneira pontual na saúde, segurança e bem-estar da população.

A precariedade das ações de saneamento ambiental constitui um dos principais aspectos que comprometem a sustentabilidade da bacia hidrográfica do Bacanga e submete a população residente nessa região a riscos relacionados à saúde pública. Outro aspecto notado, versa sobre o adensamento populacional, haja visto o surgimento de inúmeros conjuntos habitacionais para famílias de baixa renda, além de ocupações irregulares em áreas insalubres.

A privação de acesso de parte da população a fontes de água segura, resulta no agravamento das condições precárias de vida, levando ao consumo de água da própria bacia hidrográfica para satisfação das necessidades básicas diárias.

Aspectos esses que elevam a população residente nessa região a uma condição de vulnerabilidade a doenças, principalmente a doenças de veiculação hídrica, em se tratando de uma bacia hidrográfica localizada em região central do município de São Luís, capital do Estado do Maranhão.

Quando observado direta e sistematicamente o ambiente e aplicado a metodologia da matriz de risco ambiental na bacia hidrográfica do Bacanga destacamos os principais perigos encontrados: a supressão de áreas verdes, a intensificação dos processos erosivos, deterioração da qualidade da água, o assoreamento dos corpos de água da bacia, além da proliferação de doenças.

Quando analisamos os dados extraídos do Sistema de Internações Hospitalares (SIH) do Sistema Único de Saúde (SUS), com recorte para o diagnóstico de diarreia, o município de São Luís registrou no período de 2020 a 2022, duzentas e sessenta e nove notificações de agravos à saúde.

Expondo, portanto, um velho problema relacionado à precariedade de saneamento básico no município.

Os dados correspondentes às internações hospitalares com diagnóstico principal de diarreia se relacionam diretamente às pessoas residindo em locais carentes de

abastecimento de água potável e em locais sem coleta de esgoto. Haja visto que as políticas públicas não têm sido efetivadas na mesma proporção que o crescimento populacional.

Enquanto os indicadores de acesso à água potável e coleta e tratamento dos esgotos não avançarem no município de São Luís - MA, as internações por doenças de veiculação hídrica seguirão crescendo, com poucas ou nenhuma perspectiva de diminuição.

As internações hospitalares devido à ausência do saneamento significam mais pessoas fora de postos de trabalhos, fora do ambiente escolar, uma desigualdade mais acentuada, uma baixa expectativa de vida e maior ocorrência de óbitos evitáveis.

Com o intuito de verificar e validar os ambientes vulneráveis identificados por meio do sensoriamento remoto, foi elaborado como produto prático da presente pesquisa, o Checklist de Percepção Ambiental para Registros Iconográficos na Bacia Hidrográfica do Bacanga, que se encontra disponível no apêndice A para consulta de maneira integral.

Quando analisamos os registros fotográficos, em níveis iconográficos e iconológicos, efetivamente compreendemos o estreitamento da relação entre a qualidade das águas e as inúmeras enfermidades que acometem às populações atendidas precariamente por serviços de abastecimento de água potável, de esgotamento sanitário, de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

Com base nos resultados, vislumbramos possibilidades futuras de ampliação da pesquisa com o uso de tecnologias como drones e sensores remotos para monitoramento ambiental, a realização de estudos comparativos em outras bacias hidrográficas com características similares, além do desenvolvimento de ferramentas de educação ambiental focadas em saneamento e manejo de águas pluviais para engajamento comunitário.

Dentre os desafios a serem enfrentados a partir desta pesquisa, destacamos a promoção de políticas públicas que integrem saúde, meio ambiente e infraestrutura, a superação da falta de investimentos em saneamento básico e educação para populações vulneráveis, e ainda, o fortalecimento das capacidades institucionais para fiscalizar e implementar soluções urbanas sustentáveis.

Conclui-se que o desenvolvimento de ações integradas é essencial para reverter o quadro de degradação na Bacia do Bacanga, melhorando as condições ambientais e de saúde para as populações residentes.

Dessa forma, a pauta do saneamento básico deveria ser acelerada com mais investimentos, para que possamos cumprir uma das metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) de alcançar, até 2030, o acesso universal e equitativo à água potável, segura e acessível para todos.

## APÊNDICES

### A-Checklist de Percepção Ambiental para Registros Fotográficos na Bacia Hidrográfica do Bacanga

CHECKLIST DE PERCEÇÃO AMBIENTAL PARA REGISTROS ICONOGRÁFICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO BACANGA						
Localização/Bairro: _____		Coordenadas Geográficas: _____		Data do Registro: ____/____/____		
CONDIÇÕES DE SANEAMENTO BÁSICO	Presença S (sim), N (não) ou NA (não se aplica)	Situação			Observação	
		Péssima	Ruim	Bom		Regular
REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	Superfloração de algas e/ou vegetais aquáticos					
	Verde escuro e parcialmente transparente					
	Verde amarelado ou excessivamente claro					
	Verde leitoso					
REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	Cor predominante da água					
	Acinzentado					
	Azul esverdeado					
	Escuma ou sobrenadantes na superfície					
ESGOTAMENTO SANITÁRIO	Exalação de odores desagradáveis					
	Proliferação de insetos e roedores					
	Erosão/ Assoreamento dos corpos hídricos					
	Redes Coletoras					
ESGOTAMENTO SANITÁRIO	Destinação dos Efluentes domésticos					
	Fossas Simples					
	Fossas Sépticas com sumidouro					
	Via Pública					
MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	Exalação de odores desagradáveis					
	Proliferação de insetos e roedores					
	Coleta de Resíduos Domésticos Regular					
	Corpos Hídricos					
MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	Acúmulo de Resíduos					
	Domiciliares					
	Capina e Varrição					
	Serviços de Saúde					
MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	Descarte de Resíduos					
	Por Veículo de Tração Humana					
	Por Veículo de Tração Animal					
	Enterrado					
MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	Lixões/Descarte irregular					
	Incinerado					
	A céu aberto					
	Exalação de Odores Desagradáveis					
MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	Proliferação de Insetos e Roedores					
	Presença de Catadores					
	Obstrução do Sistema de Microdrenagem					
	Excesso de Vegetação					
MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	Variação das Vias Públicas					
	Serviço de Capina ou Roçada					
	Arrumamento com Pavimentação					
	Rompimento de Tubulações					
MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	Área com Risco de Alagamento/Inundação					
	Linha d'água nas paredes					
	Drenagem Pluvial					
	Superficial					
MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	Subterrânea					

Fonte: Autoral (2024).

## REFERÊNCIAS

AS/NZS. Risk Management 4.360:2004. Sydney: Standards Australia, Wellington: Standards New Zealand, 30p, 2004.

AYRES, JRCM. Vulnerabilidade e AIDS: para uma resposta social à epidemia. Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo/Programa de DST/AIDS. Boletim Epidemiológico. 1997;15(3):2-4

BERGAMASCHI, R. B. SIG aplicado a segurança no trânsito – estudo de caso no município de Vitória – ES. 74 f. Universidade Federal do Espírito Santo: Vitória, 2010.

BERGAMASCO, A. M. D. D. et al. Contaminantes químicos em águas destinadas ao consumo humano no Brasil. Cadernos Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 19, n. 4, p. 479-486, 2011.

BERTOLOZZI MR, et al. Os conceitos de vulnerabilidade e adesão na Saúde Coletiva. Revista da Escola de Enfermagem da USP, São Paulo, 2009.

BOCCATO, V. R. C.; FUJITA, M. S. L. Discutindo a análise documental de fotografias: uma síntese bibliográfica. Cadernos Bad, n. 2, 2006.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Institui a Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1981.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA Nº 01, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Diário Oficial da União, 17 de fev. 1986.

BRASIL. Constituição Federal, Brasília, DF: 1988.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. Diário Oficial da União, 20 de set. 1990.

BRASIL. Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

BRASIL. Lei Nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, DF, 18 de julho de 2000, P. 1.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Vigilância ambiental em saúde. Brasília: FUNASA, 2002. 42p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Abordagens Espaciais na Saúde Pública. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Plano de Resposta às Emergências em Saúde Pública. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

BRASIL. Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017.

Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2017.

BRASIL. Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2020.

BRASIL. Portaria de Consolidação GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021. Dispõe sobre a qualidade da água para consumo humano e potabilidade. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Ranking do Saneamento. Instituto Trata Brasil, 14ed., 2022.

BRASIL. Ministério das Cidades. Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgoto: Visão Geral ano de referência 2022. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, Brasília, DF: 2023.

CARDELLA, Benedito. Segurança no trabalho e prevenção de acidentes: uma abordagem holística. 1ª Ed. São Paulo: Atlas, 2011.

CARTIER, R. et al. Vulnerabilidade social e risco ambiental: uma abordagem metodológica para avaliação de injustiça ambiental Social. Cadernos de Saúde Pública, v. 25, n. 12, p. 2695-2704, 2009.

CONFALONIERI, U.; HELLER, L.; AZEVEDO, S. Água e Saúde: aspectos globais e nacionais. In: BICUDO, C.E.M.; TUNDISI, J.G.; SCHEUENSTHUL, M.C.B. Águas do Brasil: análises estratégicas. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010. p. 27-42.

CORDOVEZ, J. C. G. Geoprocessamento como ferramenta de gestão urbana. In: Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. Anais [...]. Aracaju: Hotel Mercure Aracaju Del Mar, 2002.

COSTA, A. M. et al. O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano. Ciência e Saúde Coletiva, v.17, n.6, p. 1511-1522, 2012.

DE MORAIS, Marly Silva et al. Análise do uso e cobertura da terra e dos sistemas antrópicos da bacia hidrográfica do rio Bacanga – São Luís/MA. REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA, Fortaleza, v. 15, n. 2, p. 137-148, fev. 2022. ISSN 1982-5528.

ELLIOTT, Paul et. al. Spatial Epidemiology – Methods and Applications. Best & D. J. Briggs (ed.). Oxford: Oxford University Press, 2001. 475 pp

FONTINELE TEIXEIRA, A.; VAZ ROSA, D. T.; DO NASCIMENTO DIAS, L.; LEAL DE CASTRO, A. C. Impactos da ocupação humana na sub-bacia do rio Maracanã, pertencente a bacia hidrográfica do Bacanga, ilha de São Luís - MA. Revista Territorium Terram, [S. l.], v. 7, n. 13, p. 574–586, 2024.

HELLER, L. Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento. Ciência & Saúde Coletiva, v. 3, n. 2, p. 73-84, 1998.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Atlas de saneamento 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Cidades e Estados 2022.

KRONEMBERGER, D. M. P. et al. Saneamento e Meio Ambiente Atlas de Saneamento IBGE. 2011.

LEIVAS, P. H. S. et al. Sustentabilidade, saneamento e saúde infantil no Brasil: uma análise a partir de macro e microdados. XVIII Encontro de Economia da Região Sul – ANPEC/SUL 2015, Porto Alegre, 2015.

LIBÂNIO, P. A. C.; CHERNICHAROI, C. A. L.; NASCIMENTO, N. D. O. A dimensão da qualidade de água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de saneamento e de saúde pública. Engenharia Sanitária e Ambiental. v. 10, n. 3, p. 219-28, 2005.

MOREIRA, A. A iconografia em revisão. Contemporânea, v. 1, n. 1, p. 1–8, 2018.

NASCIMENTO, Jackgrayce Dutra. O Índice de Sustentabilidade Ambiental do uso da Água (ISA) como ferramenta de contribuição às Políticas Públicas de desenvolvimento e conservação na bacia do rio Bacanga; Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Maranhão. São Luís/MA, 2010.

OLIVEIRA, D. C. Análise de conteúdo temático-categorial: Uma proposta de sistematização. Revista de Enfermagem da UERJ, Rio de Janeiro, v. 16, n. 4. p. 569-576, out/dez, 2008.

OLIVEIRA, E. L. de A. Vulnerabilidade: a questão central da equação de risco. Geografia Ensino & Pesquisa, [S. l.], v. 22, p. e19, 2018.

OLIVEIRA, M. A.; SALGADO, C.; RIBEIRO, H. Geoprocessamento no estudo de doenças infecciosas em meio urbano explorando abordagens em geografia da saúde e epidemiologia espacial no estudo da dengue. In: RIBEIRO, Helena. Geoprocessamento e Saúde: muito além dos mapas. São Paulo: Manole, 2017.

OLIVEIRA, T.; NUNES, M. A. L. Análise iconográfica: um caminho metodológico de pesquisa em história da educação. Revista Contrapontos, v. 10, n. 3, p. 307-313 / set-dez 2010.

ONU- Organização das Nações Unidas. Programa da Década da Água da ONU-Água sobre Advocacia e Comunicação (UNW-DPAC). O Direito Humano à Água e Saneamento: Comunicado aos Media. 2011. 8p.

ONU. Transformando nosso mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. 2015.

OPAS/OMS - Organização Pan-Americana da Saúde/Organização Mundial da Saúde. Água e Saúde. 2001.

PADILHA, M. I. et al. O Uso Das Fontes Na Condução Da Pesquisa Histórica. Texto Contexto Enfermagem, v. 26, n. 4, 2017.

PANOFSKY, E. Significado nas artes visuais. Tradução de Maria Clara F. Kneese e J. Guinsburg. 2. ed. São Paulo: Perspectiva, 1979.

PEREIRA, Cláudia Rakel Pena. Planejamento urbano e gestão de risco de inundação na bacia hidrográfica do rio Bacanga – São Luís, MA. **Geoconexões**, [S. l.], v. 1, n. 18, p. 129–150, 2024. DOI: 10.15628/geoconexes.2024.14985.

QUEIROZ, J. R. M.; HELLER, L.; SILVA, S. R. Análise da correlação de ocorrência da doença diarreica aguda com a qualidade da água para consumo humano no município de Vitória – ES. *Saúde e Sociedade*, São Paulo, v. 18, n. 3, 2009. Disponível

RAZZOLINI, M. T. P.; GÜNTHER, M. R. Impactos na saúde das deficiências de acesso a água. *Saúde e Sociedade*. 17, p. 21-32, 2008.

REBELO. F. Geografia física e riscos naturais. 215p. Coimbra: Imprensa da Universidade, 2010.

RIBEIRO, D. R.; SOARES, L. S. Planejamento de ações ambientais com base no modelo de priorização da Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga. Relatório Final de Iniciação Científica, PIBIC UFMA, 2018. 20 p.

ROCHA, O; PIRES, J.S.; SANTOS, J.E. dos. A bacia hidrográfica como unidade de estudo e planejamento. In: *A bacia hidrográfica do córrego monjolinho*. São Carlos: RIMA, 2000.

RODRIGUES, W. C. Estatística Ambiental. Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Gestão Ambiental. Rio de Janeiro: Universidade Severino Sombra, 2006. 47p.

SANTOS, R.F., CALDEYRO, V. S. Paisagens, condicionantes e mudanças. por R.F SANTOS, 15-24. Brasília; Ministério do Meio Ambiente, 2007.

SIQUEIRA, M.S.; ROSA, R.S.; BORDIN, R.; NUGEM, R. C. Internações por doenças

relacionadas ao saneamento ambiental inadequado na rede pública de saúde da região metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2010 - 2014. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 26, n. 4, p. 795- 806, 2017.

SOARES, Leonardo Silva et al. Análise integrada e problemas socioambientais da bacia hidrográfica do Bacanga, São Luís - MA. *REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA*, Fortaleza, v. 1, n. 15, p. 138-150, ago. 2021.

TAGLIANI, C. R. A. A mineração na porção média da Planície Costeira do Rio Grande do Sul: estratégia para a gestão sob um enfoque de Gerenciamento Costeiro Integrado. UFRS, 2002. 252f. Tese de doutorado Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.

TEIXEIRA, J.C., OLIVEIRA, G.S., VIALI, A.M., MUNIZ, S.S.; Estudo do impacto das deficiências de saneamento básico sobre a saúde pública no Brasil no período de 2001 a 2009. *Eng. sanit. Ambient.* v. 19, n. 1, p. 87-96, 2014.

TRIVIÑOS, A. N. S. Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987, 175 p.

TUCCI, C. E. M. Saneamento para todos - Programa de Modernização do Setor Saneamento- Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental - Ministério das Cidades Brasília outubro de 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Guidelines for Drinking-water Quality. Guidelines for drinking-water quality. 4th ed. Geneva: World Health Organization, 2011.