



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE

CAMILA ESMERALDO BEZERRA

**ANÁLISE DAS CORRELAÇÕES ENTRE ENDEMIAS, SANEAMENTO BÁSICO,
ÁREAS DE RISCO E MEIO AMBIENTE NA CIDADE DE CRATO - CE**

FORTALEZA

2024

CAMILA ESMERALDO BEZERRA

ANÁLISE DAS CORRELAÇÕES ENTRE ENDEMIAS, SANEAMENTO BÁSICO,
ÁREAS DE RISCO E MEIO AMBIENTE NA CIDADE DE CRATO - CE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Edson Vicente da Silva.
Coorientadora: Profa. Dra. Maria Rita Vidal.

FORTALEZA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- B469a Bezerra, Camila Esmeraldo.
Análise das correlações entre endemias, saneamento básico, áreas de risco e meio ambiente na cidade de Crato - CE / Camila Esmeraldo Bezerra. – 2024.
153 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Fortaleza, 2024.
Orientação: Prof. Dr. Edson Vicente da Silva.
Coorientação: Profa. Dra. Maria Rita Vidal.
1. Gestão Ambiental. 2. Saneamento básico. 3. Arboviroses. I. Título.

CDD 333.7

CAMILA ESMERALDO BEZERRA

ANÁLISE DAS CORRELAÇÕES ENTRE ENDEMIAS, SANEAMENTO BÁSICO,
ÁREAS DE RISCO E MEIO AMBIENTE NA CIDADE DE CRATO - CE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Aprovada em: 25 / 01 / 2024

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Edson Vicente da Silva (Orientador)
Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof^a. Dra. Maria Rita Vidal (Coorientadora)
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA)

Prof. Dr. Arkley Marques Bandeira
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Prof. Dr. Eduardo Silveira Bernardes
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- UESB

Aos meus pais, Sergio Bezerra e Márcia Bezerra.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

A Deus pela vida e por todas as oportunidades.

A minha família, Sergio de Albuquerque Bezerra e Márcia Ma. E. Bezerra, Nátalia Bezerra, Sergio Filho, Hugo de Freitas, Alice Bezerra, Marina Bezerra, Marilene Esmeraldo Amaro, Marylane Esmeraldo, Sergio Hooffman, Lireida Bezerra, Malan Amaro, pelo apoio, palavras de conforto e todo amor.

Ao meu querido orientador, prof. Edson Vicente da Silva (Cacau), pelos ensinamentos, pela amizade e por ser essa pessoa de luz na minha vida e de todos que o conhecem.

A minha coorientadora e amiga, Rita Vidal, pela amizade e ajuda, fico feliz por tê-la conhecido.

Aos professores e amigos do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente-PRODEMA, entre eles Káren Canuto e Isadora Martins e em especial a Fábio Soares Guerra pela amizade durante o mestrado e trocas de conhecimentos.

Aos amigos do Laboratório de Geoecologia das Paisagens (Lageplan), Giovanna Castro, Orlando Jalane, Mariana Alexandre, Maevy Brito, Laryssa Araujo, Alana Inácio, Gabrielle Barbosa, Ana Carla Barros, Ariele Rodrigues, Luís Henrique Uchoa, Fernanda Furtado, Iana Bárbara, Laura Marques, Eduardo Bernardes e outros por tornarem essa fase da pesquisa em um momento mais leve.

Aos amigos Aparecida Regienne Alcantara (Apa), Joelma da Silva, Joedna Cavalcante, Francisco Joanderson, Anielle Brito, Samuel Pinheiro, Eduardo Bezerra e Diego Alves, sou imensamente grata por tê-los encontrado no caminho e a amizade se fortalecer na medida que o tempo passa.

À Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Crato, em nome de José Arlindo Sampaio Siebra Junior pelos dados cartográficos da cidade do Crato e as informações.

À SAEEC (Sociedade Anônima de Água e Esgoto), em nome do presidente Yarley de Brito, Pérycles Cavalcanti Pereira e Karla Sousa pela disponibilidade dos dados e por tirar as minhas dúvidas.

À Secretaria Municipal de Saúde do Crato em nome de Móises Otávio e Daniele Norões, pela receptividade e dados das arboviroses.

À Ambiental Crato pelos dados cartográficos do esgotamento sanitário.

“Assim como o constante aumento da entropia é uma lei básica do universo, assim é a lei básica da vida lutar contra a entropia”.

(Václav Havel).

RESUMO

Compreender as repercussões da eficiência do saneamento básico no combate às endemias para a saúde da população auxilia nas proposições do planejamento ambiental, apontando quais ações devem ser implementadas. Assim, a presente pesquisa objetivou entender as correlações das arboviroses dengue e chikungunya com o saneamento básico e áreas de risco, espacializadas nos bairros da cidade do Crato-Ceará, correlacionando a infraestrutura e serviços de saneamento básico e as condições geoambientais da cidade. A presente pesquisa utilizou como abordagem teórica e metodológica os fundamentos da Geoecologia das Paisagens e Análise Fatorial. As áreas que apresentaram altas incidências de casos de dengue e chikungunya foram aquelas com o sistema de drenagem ineficiente, presença de áreas de risco ambiental e maiores coberturas dos sistemas de água, ou seja, existe uma relação entre as áreas suscetíveis a enchentes e inundações fluviais com as arboviroses. Apontou-se que a ineficiência do saneamento básico leva ao aumento da incidência de doenças e propicia a reprodução de vetores de outras enfermidades, responsável pela transmissão das arboviroses (dengue, chikungunya). Políticas Públicas devem ser intensificadas e consolidadas através da atualização de um Plano de Saneamento Ambiental, diretamente vinculado a um Plano Diretor Municipal que deve ser construído de forma democrática e participativa. Algumas ações que podem contribuir com a redução dos casos das arboviroses são o reflorestamento da vegetação de várzea e mata ciliar, o fortalecimento da gestão das Áreas de Preservação Permanente, melhoria da rede de drenagem e trabalhos de Educação Ambiental com a população, além de fortalecer a gestão municipal.

Palavras-chave: arboviroses; unidades ambientais; saneamento básico; gestão ambiental.

ABSTRACT

Understanding the repercussions of the efficiency of basic sanitation in combating endemic diseases on the population's health helps in environmental planning propositions, pointing out which actions should be implemented. Thus, the present research aimed to understand the correlations between dengue and chikungunya arboviruses with basic sanitation and spatialized risk areas in the neighborhoods of the city of Crato-Ceará, correlating basic sanitation infrastructure and services and the city's geoenvironmental conditions. This research used the foundations of Landscape Geoecology and Factor Analysis as a theoretical and methodological approach. The areas that presented high incidences of dengue and chikungunya cases were those with an inefficient drainage system, the presence of areas of environmental risk and greater coverage of water systems, that is, there is a relationship between areas susceptible to flooding and river flooding. with arboviruses. It was pointed out that the inefficiency of basic sanitation leads to an increase in the incidence of diseases and encourages the reproduction of vectors of other diseases, responsible for the transmission of arboviruses (dengue, chikungunya). Public Policies must be intensified and consolidated through the updating of an Environmental Sanitation Plan, directly linked to a Municipal Master Plan that must be constructed in a democratic and participatory way. Some actions that can contribute to reducing cases of arboviruses are the reforestation of floodplain vegetation and riparian forests, strengthening the management of Permanent Preservation Areas, improving the drainage network and Environmental Education work with the population, in addition to strengthening municipal management.

Keywords: arboviruses; environmental units; basic sanitation; environmental management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Dados de mortes causadas por doenças na história do contexto mundial.....	25
Figura 2 -	Unidades de um sistema de abastecimento de água.....	30
Figura 3 -	Índice de atendimento total de água por regiões no Brasil – 2021.....	50
Figura 4 -	Índice de atendimento total de esgoto nas regiões do Brasil-2021.....	56
Figura 5 -	Imagem computadorizada do vírus da Dengue.....	75
Figura 6 -	Mosquito <i>Aedes Aegypti</i> , vetor da Dengue, Chikungunya e Zika.....	77
Figura 7 -	Imagem microscópica do vírus Chikungunya.....	79
Figura 8 -	Imagem do vírus da Zika.....	82
Figura 9 -	Imagens de áreas de risco do rio Grangeiro/Seminário em maio de 2014.....	114
Figura 10 -	Imagens de áreas de risco na calha fluvial do rio Grangeiro na cidade do Crato.....	115
Figura 11 -	Mosaico de fotos representando as consequências da enchente no canal do Rio Grangeiro no ano de 2011 no Crato.....	117

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Perdas de água potável no abastecimento hídrico no Brasil no período de 2017-2021.....	52
Gráfico 2 -	Cobertura de abastecimento de água no estado do Ceará dos anos 2016 a 2020.....	54
Gráfico 3 -	Tratamento de esgoto no Brasil no período 2017-2021.....	57
Gráfico 4 -	Cobertura de esgoto no Ceará nos anos 2016 a 2020.....	59
Gráfico 5 -	Porcentagem da quantidade de Resíduos Sólidos Urbanos gerados no ano 2022 por região.....	61
Gráfico 6 -	Coleta total de resíduos sólidos urbanos (t/ano) no Brasil dos anos 2019 a 2022.....	62
Gráfico 7 -	Disposição final adequada x inadequada de resíduos sólidos urbanos no Brasil (t/ano) - comparativo 2021 e 2022.....	64
Gráfico 8 -	Resíduos coletados diretamente no estado do Ceará em porcentagem no período de 2009 a 2015.....	66
Gráfico 9 -	Produto Interno Bruto do Crato 2011 – 2015.....	100
Gráfico 10 -	Estabelecimentos responsáveis pela educação infantil no setor público e privado em 2014 (%)......	101
Gráfico 11 -	Bairros com maiores incidências de dengue e chikungunya no Crato- 2022.....	127
Gráfico 12 -	Correlação entre abastecimento de água, esgoto, dengue e chikungunya.....	131

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Principais pandemias da História que atingiram a Humanidade.....	71
Quadro 2 -	Síntese das fases de Planejamento e Gestão Ambiental adotadas na pesquisa.....	86
Quadro 3 -	Características das formações geológicas da Chapada do Araripe.....	93
Quadro 4 -	Correlação entre as unidades geoecológicas e os bairros da cidade do Crato – Ce.....	128

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 -	Mapa de localização da Região Metropolitana do Crajubar, com destaque para os municípios de Crato e Juazeiro do Norte.....	17
Mapa 2 -	Sistema de Abastecimento de Água e Esgoto na cidade de Crato.....	109
Mapa 3 -	Áreas de risco correlacionadas à topografia, drenagem fluvial, instalação de redes de esgoto e de abastecimento de água, na cidade de Crato e seu entorno imediato.....	112
Mapa 4 -	Unidades geológicas paisagísticas da cidade de Crato-CE.....	120
Mapa 5 -	Concentração de casos de Dengue na cidade de Crato e seu entorno imediato, no ano de 2022.....	122
Mapa 6 -	Concentração de casos de Chikungunya na cidade de Crato e seu entorno imediato, no ano de 2022.....	124
Mapa 7 -	Bairros com maiores concentrações de Dengue e Chikungunya.....	126
Mapa 8 -	Mapa de proposições para gestão ambiental do Crato.....	134

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tempo que os agentes patogênicos sobrevivem nos resíduos sólidos.....	46
Tabela 2 - Investimentos (R\$) em sistemas de água no Brasil no período de 2017 e 2021.....	52
Tabela 3 - Investimentos (R\$) em sistemas de esgoto no período de 2017 e 2021.....	58
Tabela 4 - População residente no Crato nos anos de 1991, 2000 e 2010.....	98
Tabela 5 - Indicadores demográficos do município de Crato (1991 a 2010)	99
Tabela 6 - Quantidade de docentes e matrículas no ano de 2016.....	102
Tabela 7 - Indicadores Educacionais do Crato – 2016.....	103
Tabela 8 - Profissionais de saúde ligados ao Sistema Único de Saúde - 2016.....	104
Tabela 9 - Formas de abastecimento de residências particulares – 2000/2010.....	106

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
CHIKV	Vírus da Chikungunya
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
CRAJUBAR	Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha
DENV	Vírus da dengue
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
FA	Febre Amarela
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
HIV	Vírus da Imunodeficiência Humana
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LAGEPLAN	Laboratório de Geoecologia da Paisagem e Planejamento Ambiental
MAYV	Vírus Mayaro
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
PLANASA	Plano Nacional de Saneamento
PLANSAB	Plano Nacional de Saneamento Básico
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
SAAEC	Sociedade Anônima de Água e Esgoto do Crato
SAAE	Serviços Autônomos de Água e Esgoto
SEMACE	Superintendência Estadual do Meio Ambiente
SE	Semana Epidemiológica
SNIS	Sistema Nacional de Informação para o Saneamento
STX	Saxitoxina
UFC	Universidade Federal do Ceará
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para a Infância
VORO	Vírus Oropouche
ZIKV	Vírus da zika

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	ESTADO DA ARTE DO TEMA DA PESQUISA	20
2.1	Aspectos conceituais e histórico-geográfico do Saneamento Ambiental	20
2.1.2	<i>Abastecimento de Água</i>	28
2.1.3	<i>Esgotamento Sanitário</i>	33
2.1.4	<i>Drenagem das Águas Pluviais</i>	38
2.1.5	<i>Resíduos Sólidos</i>	43
2.2	Situação do Saneamento no Brasil e no Ceará	48
2.2.1	<i>Abastecimento de Água</i>	49
2.2.2	<i>Coleta e Tratamento de Efluentes</i>	54
2.2.3	<i>Gestão dos Resíduos Sólidos</i>	60
2.3	Endemias e pandemias mundiais	68
2.3.1	<i>Arboviroses predominantes no Mundo, Brasil, Ceará e consequências socioambientais</i>	73
2.3.2	<i>Dengue, Chikungunya, Zika</i>	74
3	PROCEDIMENTOS TÉCNICOS E ETAPAS METODOLÓGICAS DA PESQUISA	
3.1	Etapas e atividades metodológicas	85
3.1.1	<i>Fase de organização e inventário</i>	85
3.1.2	<i>Fase de análise</i>	86
3.1.3	<i>Fase de Diagnóstico</i>	88
3.1.4	<i>Fase de Proposição</i>	91
4	CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL E SOCIOECONÔMICA DO CRATO	91
4.1	Unidades Geoambientais e suas características municipais	
4.1.1	<i>Geologia, geomorfologia e solos</i>	92
4.1.2	<i>Aspectos climáticos e hidrológicos</i>	92
4.1.3	<i>Vegetação, Sistemas Geoambientais e Unidades Geoecológicas Paisagísticas</i>	93

4.2	Aspectos socioeconômicos do contexto municipal do Crato.....	97
4.2.1	<i>O conjunto político municipal do Crato.....</i>	97
4.2.2	<i>População e Economia.....</i>	97
4.2.3	<i>Educação e Saúde.....</i>	101
4.2.4	<i>O Saneamento Ambiental no Crato: estruturas e funcionalidade.....</i>	105
5	DIAGNÓSTICO INTEGRADO: RELAÇÕES ENTRE MEIO AMBIENTE, SANEAMENTO BÁSICO E SAÚDE.....	107
5.1	Associação entre saneamento básico, áreas de risco e arboviroses.....	108
5.2	Proposições e projeções de cenários para o desenvolvimento sustentável de base local.....	133
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	137
	REFERÊNCIAS.....	140

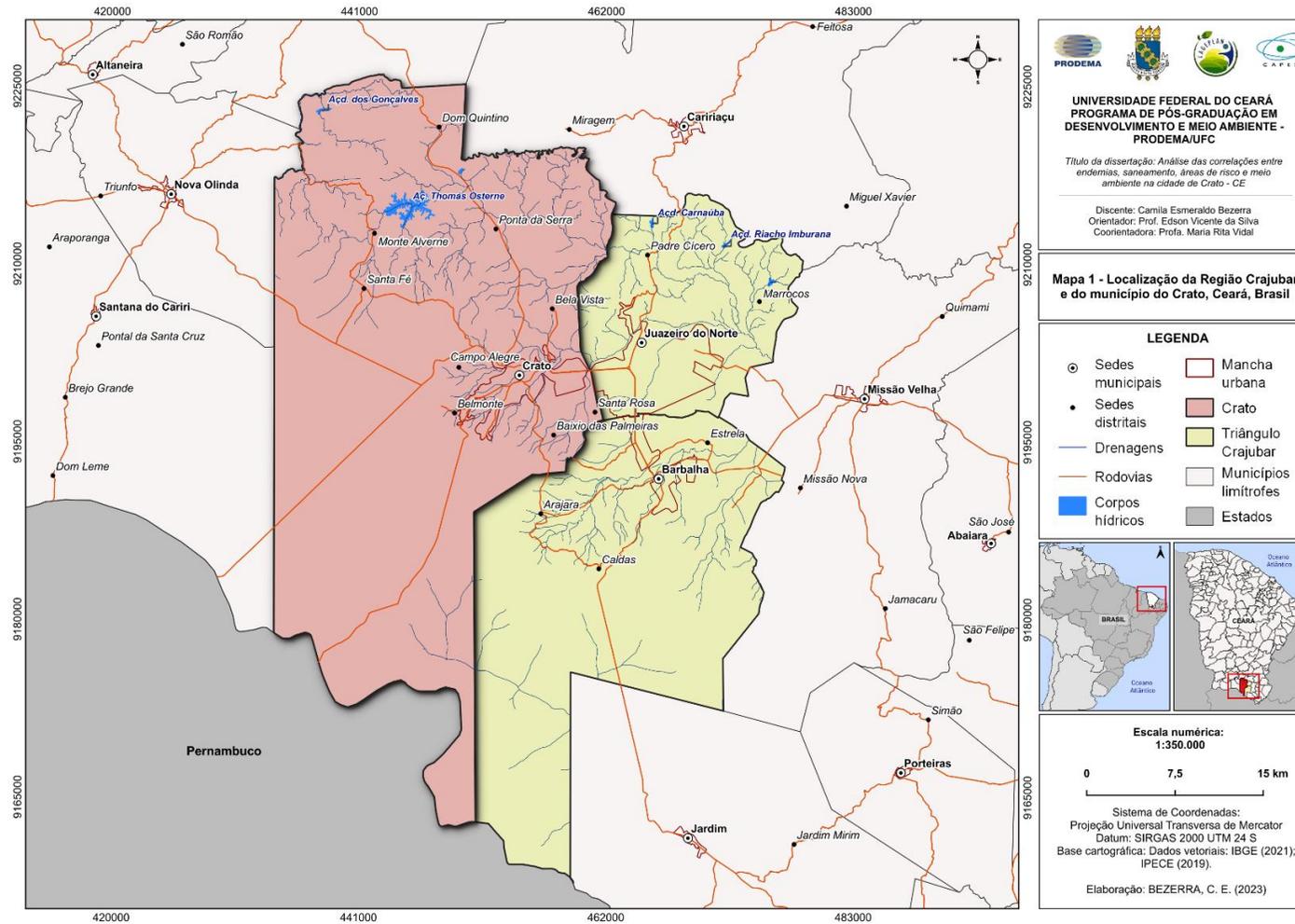
1 INTRODUÇÃO

O saneamento ambiental configura fator importante para a saúde pública, o simples ato de lavar as mãos, higienizar o ambiente e manter os resíduos distantes fazem toda a diferença. O saneamento no Brasil tem melhorado bastante, mas ainda há muito esforço para atingir 100% de atendimento desses serviços.

Segundo dados do Instituto Trata Brasil (2022), a média do país no tocante a população com serviço de coleta de esgoto é de 54,95%. Algumas regiões têm melhores resultados, estas já conseguem ter quase 100% de atendimento dos serviços de abastecimento de água e esgoto. Porém, outras regiões, como a região Norte, as disparidades tornam-se evidentes.

Assim, a pesquisa efetivada teve um caráter interdisciplinar, atuando na interface natureza e sociedade no sentido de obtenção de resultados que possam contribuir para melhoria das condições de salubridade e do planejamento ambiental da cidade do Crato. O município de Crato encontra-se inserido no contexto regional da Região Metropolitana do Crajubar, juntamente com os municípios de Juazeiro do Norte, Barbalha, Missão Velha, Nova Olinda, Farias Brito, Caririáçu, Santana do Cariri e Jardim (Ver Mapa 1).

Mapa 1- localização da Região Metropolitana do Crajubar



Geograficamente, o município do Crato se situa sobre terrenos sopedâneos da Chapada do Araripe e parte do Vale do Cariri, com uma população de 131.050 habitantes e uma densidade demográfica que chega à média de 115,14 hab./km², segundo dados do IBGE (2022). Como a maioria dos centros urbanos do interior do estado do Ceará, a sede municipal do município do Crato apresenta uma elevada deficiência em sua estrutura e serviços de saneamento básico, bem como problemas decorrentes da presença de áreas de riscos de inundação em diferentes bairros da cidade, o que contribui ainda mais para a proliferação de doenças. Isso pode explicar o fato da cidade do Crato ser historicamente bastante vulnerável quanto a incidências de endemias, destacando-se uma elevada incidência de casos de Dengue e Chikugunya.

Diante do exposto, traçou-se como objetivo geral analisar as correlações das arboviroses da dengue e da chikungunya com o saneamento básico e áreas de risco no município do Crato, no estado do Ceará. Quanto aos objetivos específicos, foram estabelecidos:

1. Avaliar as condições geoambientais e socioeconômicas da cidade do Crato-CE;
2. Identificar a espacialização de infraestrutura e serviços de saneamento básico da cidade;
3. Organizar dados referentes às ocorrências de arboviroses, em uma perspectiva espaço temporal;
4. Relacionar as ocorrências de casos de arboviroses, a qualidade do saneamento básico e a presença de áreas de risco ambiental nos bairros de maior e menor ocorrência;
5. Propor medidas de gestão e monitoramento de endemias a partir de um diagnóstico socioambiental integrado.

Acredita-se que a pesquisa e seus resultados possam contribuir para o aprimoramento do Plano de Saneamento Ambiental do Município do Crato e para o próprio Plano Diretor Municipal do Crato. Além disso, tem o intuito de colaborar na obtenção de diagnósticos concisos que propiciarão a apresentação de propostas que possam vir a ser implementadas e aportar mais elementos para a construção de um desenvolvimento sustentável na efetivação de melhores condições de vida para a população local e na conservação ambiental.

A pesquisa buscou aportar informações básicas e necessárias à administração municipal da cidade do Crato, servindo ainda como possível referência sobre aspectos relativos a endemias, no contexto da Região Cariri Cearense e especificamente à cidade de Crato. O resultado da presente pesquisa poderá contribuir como subsídio para gestão e elaboração do planejamento ambiental e políticas públicas por parte das autoridades competentes.

A dissertação está constituída por uma introdução (capítulo 1) que sintetiza as finalidades da pesquisa, a área espacial de estudo, destacando o tema relativo a endemias,

pandemias, a metodologia aplicada e os resultados buscados, bem como sua aplicabilidade. Apresenta também uma síntese de cada um de seus capítulos

O capítulo 2, apresenta o estado da arte quanto ao tema proposto, tecendo informações sobre conceitos e histórico do saneamento básico, as condições de saneamento no Brasil e no Ceará e também remete às endemias e pandemias de abrangência mundial.

O capítulo 3 oferece informações sobre os fundamentos teóricos e os preceitos metodológicos aplicados ao longo do desenvolvimento da pesquisa. Destacando as suas diferentes fases de: (i) organização e inventário; (ii) análise; (iii) diagnóstico e (iv) proposição, conforme preconizado pela abordagem metodológica da Geoecologia das Paisagens. Foi utilizada também análise estatística a fim de verificar as correlações entre arboviroses, saneamento básico, áreas de risco e meio ambiente.

Já no capítulo 4, a dissertação enfoca a caracterização regional da Chapada do Araripe, enfocando com maior detalhamento as condições geoambientais do município e da cidade do Crato. O capítulo 5 destaca o diagnóstico sociambiental integrado da pesquisa, realizando uma síntese das interrelações entre meio ambiente, saneamento e condições de saúde no contexto da cidade em estudo.

O sexto capítulo consistiu em um conjunto de proposições e a projeção de possíveis cenários futuros em base a um desenvolvimento sustentável, enquanto as considerações finais representaram a fase reflexiva da pesquisa discorrendo sobre seus resultados e possíveis aplicabilidades.

2 ESTADO DA ARTE DO TEMA DA PESQUISA

A leitura fundamenta o conjunto de informações necessárias para o desenvolvimento da pesquisa. O material consultado faz parte do texto para enriquecer o assunto abordado e sua conceituação. Tanto as bases conceituais, como informações mais específicas foram inseridas na revisão bibliográfica, no intuito de melhor assimilar conhecimentos sobre saneamento ambiental no contexto global, no Brasil e no Ceará, bem como sintetizar conceitos e definições, além de estudos de casos quanto às endemias e pandemias em seus diferentes contextos históricos e dimensionais.

2.1 Aspectos conceituais e histórico-geográfico do Saneamento Ambiental

A ciência permitiu associar o saneamento à melhoria nas condições de saúde da população, tanto com relação aos casos de endemias quanto nas pandemias. Água é vetor de doenças se estiver acumulada nas vias públicas ou em terrenos na cidade. Educação e campanhas educativas são essenciais para evitar tais problemas, sempre associadas à importância dos serviços de saneamento.

O saneamento básico durante toda a História da civilização tem sido abordado com diferentes conteúdos de acordo com o contexto social, político, econômico, cultural de cada época, região e nação.

Às vezes, o saneamento básico é delineado por meio de uma política social, em outras somente como política pública. Essa dualidade pode ser interpretada no campo teórico e na atuação governamental. Nos países que conseguiram superar suas dificuldades relacionadas ao saneamento básico, desenvolvem-se ações voltadas ao âmbito de infraestrutura das cidades. Já nos países em desenvolvimento ou com condições precárias, deveriam agir com as questões do saneamento básico como uma dimensão de saúde pública (Borja; Moraes, 2006).

O manual da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2004, p. 9), expõe que: “A importância do saneamento e sua associação à saúde humana, remonta às mais antigas culturas. O saneamento desenvolveu-se de acordo com a evolução das diversas civilizações, ora retrocedendo com as quedas das mesmas, ora renascendo com o aparecimento de outras.”

De acordo com Athaydes, Parolin e Crispim (2020), as primeiras sociedades já tinham inquietações a respeito de como afastar de suas casas e de suas cidades, os esgotos e outros resíduos provenientes das atividades domésticas e comerciais. Dessa forma, foram

aparecendo procedimentos e atividades com o intuito de manter afastados os dejetos, através de construções de banheiros públicos, fossas e barris para deposição destes esgotos, com o intuito de manter distantes estes poluentes de suas residências e cidades. Apesar desses métodos serem primitivos, correspondem ao começo das ações de saneamento básico, que são ampliadas e incrementadas de acordo com a necessidade e desenvolvimento das sociedades.

No desenvolvimento da civilização greco-romana, há diversas informações à respeito de ações de saneamento e higiene presentes, e à formação do conhecimento no tocante a relação entre essas precauções e o controle das doenças. Entre as técnicas sanitárias coletivas que mais se destacaram na Antiguidade, estão a construção de aquedutos, banhos públicos, termas e esgotos romanos, ressaltando-se como símbolo histórico a famosa Cloaca Máxima de Roma (FUNASA, 2019).

Devido ao porte e clima da cidade de Roma, o abastecimento de água tornava-se essencial para a população, nesse quesito os romanos se destacaram. Já que a água entrava pela cidade, eles perceberam que teria que sair, dessa forma os romanos também ficaram conhecidos por realizar a captação das águas servidas (Eigenheer, 2009).

É nesse contexto que surge a Cloaca Máxima:

Em contrapartida ao colossal esforço de abastecimento de água foi também, como já dito, desenvolvido paulatinamente um sistema de escoamento de águas servidas com a construção de uma rede de canais que as levavam para o rio Tibre. A técnica de construção de canais, segundo Hösel, foi herdada dos etruscos. O mais famoso desses canais é a Cloaca Máxima (da qual se tem até hoje um trecho intacto, construído no séc. III a.C.). Sua construção é atribuída ao quinto rei de Roma, Tarquinius Priscus, que a teria usado também para dragar uma região pantanosa (Eigenheer, 2009, p. 34).

A Cloaca Máxima de Roma pelo que consta, provavelmente, a primeira obra de dimensão relevante conhecida no Ocidente, foi construída com o objetivo de melhorar a qualidade de vida urbana. Uma característica elementar de serviço público das cloacas de Roma estava expressa na questão de ter existido um imposto específico, direcionado a garantir a manutenção das mesmas, o cloacarium, existindo funcionários responsáveis por sua fiscalização e manutenção (Matos, 2003).

Apesar da Cloaca Máxima ter sido um avanço para a época, não eram todas as casas que eram ligadas a esse sistema, apenas as melhores residências eram privilegiadas. As outras residências precisavam de outras alternativas para dar uma devida destinação dos seus dejetos.

Com relação às casas que não eram ligadas a Cloaca Máxima, Eigenheer (2009, p. 35), esclarece que:

Alguns acreditam, segundo Hösel, que existissem fossas nas casas, esvaziadas periodicamente à noite e em tempo frio por camponeses ou comerciantes de “adubo”. As fezes eram também depositadas em tonéis e levadas por escravos para o campo ou

mesmo despejadas em cloacas. Esta era uma alternativa para as casas ou para os que moravam no andar térreo das casernas de aluguel.

Como se percebe, as civilizações greco-romana desenvolveram obras de engenharia, diversas técnicas e equipamentos ligadas ao saneamento ambiental, como banheiros públicos, a exemplo das latrinas públicas em Roma. Conforme mencionado anteriormente, as medidas ou estruturas sanitárias foram se modificando ao longo do tempo, podendo ter avançado ou retrocedido.

Segundo Campos (2020), as latrinas públicas eram estruturas fundamentais na cidade de Roma, tida também como um local de sociabilidade. Eram construídas de forma grandiosa e requintada, e foram perdendo gradativamente a sua dignidade, de modo que no final da Idade Média, eram apenas estruturas poluidoras com fortes odores desagradáveis, tornando-se um foco de problemas para as autoridades urbanas da época.

Desde as épocas do Império Romano até o século XVII, as técnicas de drenagem de águas pluviais e servidas na constituição de um serviço de saneamento urbano não tiveram na Europa avanços significativos, na verdade pode-se dizer nenhum avanço. Nos aspectos sanitários, pode-se afirmar que houve “regressão” durante uma parte da Idade Média, a higiene e limpeza eram totalmente desprezadas pela maioria dos cidadãos. A população tinha hábitos culturais que tornavam algumas medidas como, a pavimentação das ruas de forma incipiente, o que favorecia a proliferação de certas doenças. A falta de práticas de saneamento básico na Europa Medieval concorreu para o surto de diversas doenças e epidemias (Díaz; Nunes, 2020; Matos, 2003).

Durante a Idade Média, a falta de disseminação dos conhecimentos de saneamento resultou em atrasos para a população no que tange às conquistas sanitárias, acarretando o aparecimento das grandes epidemias (FUNASA, 2019). O motivo de atrasos em diversos aspectos na Idade Média, seja nas artes, na ciência e no saneamento ambiental, levou ao aparecimento e agravamento de muitas doenças que se deve, de acordo com Athaydes, Parolin e Crispim (2020), ao fato do conhecimento científico ser censurado pela Igreja, o que resultou em avanços do saneamento de forma insuficiente.

A peste negra foi uma doença que marcou a Idade Média, Le Goff e Truong (2006, p. 105), explicam que:

As epidemias da Idade Média são freqüentemente evocadas, mais particularmente a peste. Com razão, aliás, pois essa infecção bacteriana comum aos homens e aos roedores fez numerosas devastações. Bastaram quatro anos para que a peste bubônica, ou "peste negra", dizimasse um quarto da população ocidental, entre 1347 e 1352. Como lembra Jacques Berlioz, essa epidemia "abre e fecha a Idade Média", e a estigmatiza com o selo desse flagelo.

O domínio da Igreja na Idade Média conteve os avanços em diversos campos, assim como as doenças eram consideradas castigos pelos pecados que os seres humanos cometiam e não pela falta de higiene e saneamento básico.

Le Goff e Truong (2006, p. 106), afirmam sobre a peste negra que:

Mas, além do fato de que o foco da atenção sobre a peste contribui para alimentar uma "lenda negra" da Idade Média, ela oculta a realidade do estado sanitário dos "homens frágeis" desse tempo, cujos "corpos", escreve Jacques Berlioz, "são submetidos aos imprevistos do meio ambiente". A história das doenças é antes de tudo a das endemias, a das doenças mais constantes. À imagem da "suetie", doença que consiste em uma febre muito forte, produzindo suores intensos e que apareceu no fim da Idade Média, no século XIV. A exemplo da tuberculose ou das "escrófulas", isto é, da adenite tuberculosa. À imagem também da lepra, que se estende pela Europa a partir do século VII e constitui "o maior problema sanitário da Idade Média."

Após a peste negra causar altas taxas de morte, as pessoas passam a se organizar em povoados, aldeias e cidades. Essa estrutura resulta em maiores lançamentos de dejetos em corpos de água e a propagação de parasitas transmissores de doenças infecto-parasitárias, como: cólera, diarreias, febre tifoide, hepatite A, esquistossomose e helmintíases. Modificações no meio ambiente e o adensamento populacional sem o correspondente saneamento básico foram fatores que possibilitaram condições para muitas doenças que persistem até os dias atuais (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2021).

Como se percebe, a Idade Média foi um período bem complicado em diversos âmbitos. Cursino (2022), argumenta que: "a catástrofe sanitária de meados do século 14 é um dos capítulos mais significativos em termos de pandemia da história humana." Porém, ao final da Idade Média já se tem avanços apesar de insuficientes, mas relevantes, podendo ser percebidos, a partir do século XIV, o início de ações de saúde pública com o intuito de atuar sobre questões de saneamento e saúde nas cidades (Eigenheer, 2009).

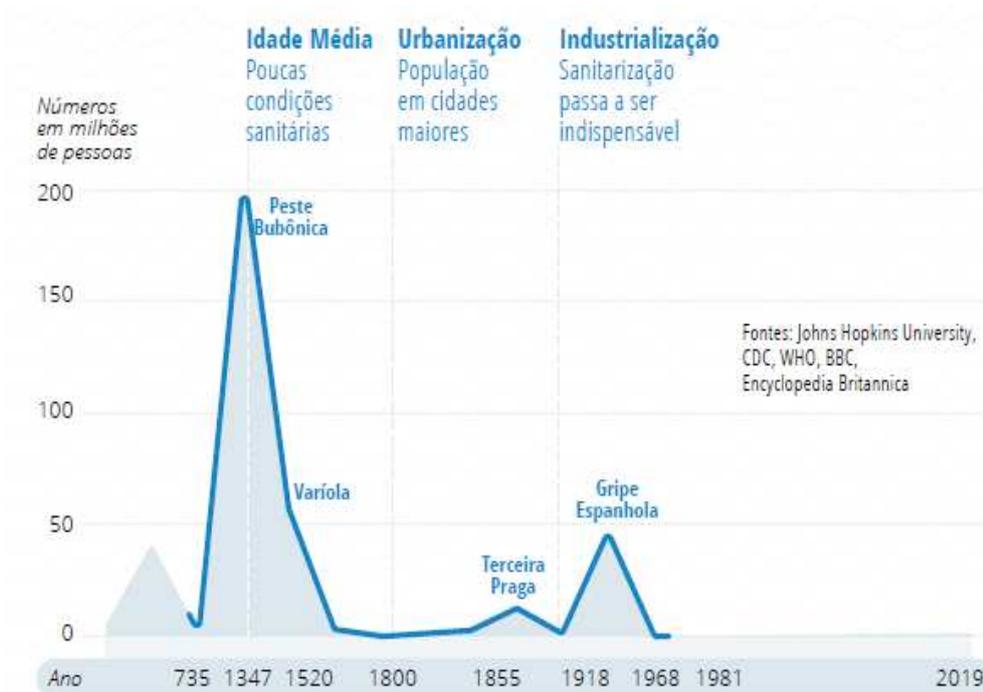
Com o início da Revolução Industrial na Inglaterra, na metade do século XVIII, houve mudanças nos modos de produção de manufaturados pela a indústria mecânica, resultando no crescimento da fabricação e surgimento de novas tecnologias, modificando o modo de vida em grande parte da população do planeta. Houve um grande aumento populacional urbano e o adensamento e crescimento dos bairros dos trabalhadores, o que dificultou o escoamento dos detritos. Nas ruas escoavam águas residuárias e esgoto à céu aberto, e qualquer espaço estava cheio de amontoados de lixo e sujeiras (Abiko; Almeida; Barreiros, 1995; Pott; Estrela, 2017).

Com o aumento desenfreado da população e a falta de planejamento urbano, aliada à falta de higiene e saneamento, forma-se um cenário propício para o surgimento de doenças e epidemias. Silva (1998), afirma que Chadwick desenvolveu trabalhos essenciais, mostrando a relação entre a saúde pública e o saneamento e que ambos fossem considerados em uma dimensão técnica. Principalmente, depois que Chadwick publicou em 1842, um relatório intitulado *The Sanitary Conditions of the Labouring Population of Great Britain*, que se referiu às condições sociais, econômicas e sanitárias da classe operária, recomendando ações de saneamento do meio. Conforme o descrito no Panorama do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2021a), “Doenças relacionadas a ausência de saneamento foram provadas, como no caso da transmissão da cólera, por John Snow”. Esses acontecimentos vieram a fortalecer ainda mais o saneamento básico como de interesse público.

Na época, o Estado passa a permear nos aspectos do meio urbano, no que diz respeito ao abastecimento de água, esgotamento sanitário e urbanização, com o intuito de não só proporcionar bem-estar da população, mas também com o objetivo de prevenção e controle de doenças (Silva, 1998).

A Figura 1, retrata o número de mortes e as condições do saneamento em diferentes períodos históricos no contexto mundial, ficando perceptível, que em alguns contextos a implementação de serviços de saneamento possuem uma estreita relação entre os indicadores de saúde. Depois dessa descoberta, ficou viável procurar estratégias e medidas pontuais, que visem eliminar essas doenças.

Figura 1: Dados de mortes causadas por doenças na história do contexto mundial.



Fonte: SNIS (2021a).

Após o percurso histórico do saneamento ao longo das épocas, foi possível perceber o quanto ele vai sendo construído e as consequências que os povos sofreram com a proliferação de doenças devido a carência dele. É importante saber como se deu o início da implementação do saneamento básico no Brasil, a fim de entender um pouco sobre o cenário atual.

No começo do primeiro quarto do século XIX, não havia sistemas coletivos de abastecimento de água e esgotamento no Brasil. No ano de 1673 tem início a obra do primeiro aqueduto para conduzir água do rio Carioca para o Largo da Carioca, havendo uma disposição hídrica através de chafariz, sendo que as pessoas podiam pegar a água para suas necessidades básicas. O Aqueduto da Carioca foi concluído apenas em 1723, conhecido como os Arcos da Lapa (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2021).

Mesmo com a implantação dos chafarizes, a quantidade de água não supria a demanda total da população. O abastecimento contemplava apenas os centros urbanos e as pessoas mais carentes ficavam sem os serviços, sendo que os serviços de infraestrutura ficavam a cargo da iniciativa privada, assim como os sistemas de água e esgoto (Silva, 1998).

A falta de uma infraestrutura sanitária de qualidade, na época de 1830 a 1850, foi marcada pelo aparecimento de numerosas epidemias letais, a maior parte delas causadas por doenças de veiculação hídrica. A medida pensada para modificar essa situação da carência de

infraestrutura urbana, foi delegar os primeiros serviços de saneamento no Brasil, a empresas de iniciativa pública e privada (FUNASA, 2019; Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2021).

Já se sabia que existiam doenças causadas em consequência da presença de patógenos na água, foi o momento que a saúde passou a ser considerada nas questões ligadas ao saneamento, como descreve o Manual da Funasa (2019, p. 12):

Em 1942 destaca-se a inserção do setor saúde na política de saneamento, resultando na criação do Serviço Especial de Saúde Pública (Sesp), a partir de um programa de financiamento e assistência técnica do governo dos Estados Unidos, interessado em garantir salubridade na exploração de materiais econômicos, principalmente de borracha, durante a Segunda Guerra Mundial. Nos anos de 1950, o Sesp começava a assinar convênios com os municípios para a construção, o financiamento e a operação de sistemas de água e esgotos, dando origem aos serviços autárquicos no país. Trata-se de marco importante na conformação dos modelos de prestação de serviços, pelo seu caráter local e de autonomia administrativa e financeira, sendo a figura jurídica representada pelas autarquias municipais diretamente controladas pelos municípios.

A ditadura militar no Brasil, que se inicia em 1964 e perdura por mais de duas décadas, foi um período em que as decisões do país passaram a depender dos militares acompanhado de repressão política. Houve a retirada da capacidade de mobilização política do Ministério da Saúde, no que se refere à designação de prioridades no setor e à sua ligação com as práticas de saneamento (Sousa; Costa, 2016).

A progressiva adoção de uma perspectiva fundamentada na identificação da doença, fez com que fosse adotado um modelo de cunho assistencial, no que se refere à saúde pública, preterindo as práticas de saneamento ao setor de obras e habitação, particularmente associado à construção civil. Essa dissociação contribuiu para elaborar meios mais independentes de provimento e gestão dos serviços de saneamento, com base na sustentabilidade econômico-financeira dessas ações. Nesse contexto histórico, surge a criação do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), que a partir de 1971, seria a principal política pública para o setor (Sousa; Costa, 2016).

O PLANASA surge como medida de planejamento visando atenuar as dificuldades surgidas com o tempo, sendo assim, elaborou-se diretrizes de implementação, normas e infraestruturas para o saneamento básico no Brasil. (Carneiro *et al.*, 2018). O plano favoreceu alguns aspectos relacionados ao setor de saneamento, como exemplo, o abastecimento de água, apesar do mecanismo de pressão em relação aos estados e municípios.

O Planasa não atingiu o controle de 1.170 municípios, que mesmo assumindo muitos riscos com essa decisão, resolveram conservar sua autonomia nos serviços de saneamento urbano. Essa resistência representa os prejuízos que o PLANASA gerava quanto as esferas políticas, administrativas e financeiras. Na década de 1980, o PLANASA entra em declínio e a política de saneamento fica indefinida até os primeiros dez anos do século XXI (Jorge, 1992; FUNASA, 2019).

A promulgação da Constituição Federal de 1988, determina o Brasil como um estado democrático de direito, proclama a saúde direito e dever do Estado, deliberando meios e instrumentos de controle e participação da população para executar os princípios constitucionais que asseguram o direito individual e social (FUNASA, 2019).

Em 2007, foi aprovada a Política Nacional de Saneamento (Lei n. 11.445/2007), que traz uma melhor organização ao setor. Ela estabelece diretrizes baseadas no conhecimento do direito à água e ao saneamento, institui a gestão integrada entre as distintas esferas da federação e a articulação com outras políticas urbanas. Um outro aspecto importante foi a atribuição de recursos distintos de acordo com o porte da cidade (Gonçalves; Silva, 2020).

Para que seja possível assegurar a sustentabilidade dos serviços de saneamento a longo prazo é essencial que haja um planejamento, instrumento fundamental para o alcance dos objetivos. Sendo assim, os municípios devem elaborar o seu plano de saneamento básico e o país também conta com um plano específico para o setor. Refere-se ao Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), instituído pela Lei nº 11.445/2007 (SNIS, 2021a).

O Plano Nacional de Saneamento Básico- PLANSAB, coordenado pelo Ministério das Cidades, é o principal instrumento da política nacional de saneamento básico instituída pela Lei nº 11.445/2007. Foi aprovado em 2013, em cujo plano está presente diretrizes gerais sobre as ações do Governo Federal nos próximos 20 anos, orientando a atuação dos Ministérios e órgãos federais que formam programas e ações no setor de saneamento básico (Brasília, 2020).

A legislação mais recente no setor de saneamento, é a Lei n. 14.026/2020 que atualiza o Marco Legal do Saneamento Básico. Ela surge com o intuito de avançar nos serviços de saneamento, como por exemplo, estipular novas datas para o encerramento de lixões nos municípios, toda via, existem aspectos que merecem atenção, pois podem prejudicar a universalização dos serviços de saneamento básico. Isso porque, segundo Sousa (2020, p. 2):

“Para o governo, a prestação regionalizada, que implica na criação de blocos de municípios pelos estados com vistas à geração de ganhos de escala e viabilidade econômico-financeira dos serviços, responderia a questionamentos de que interessaria à iniciativa privada apenas os municípios superavitários, deixando os mais pobres com as concessionárias públicas. O que eles omitem é que, nesse arranjo, as garantias de

investimento nas regiões pobres são apenas formais (promessas), pois o cumprimento do plano regional, apesar de recomendável, não é obrigatório (art. 17). Além disso, estará sujeito ao equilíbrio econômico-financeiro da prestadora, dispositivo que permite futuros aditamentos e revisões nos contratos, conforme a mudança de conjuntura fonte?”

Pelo que foi exposto, o saneamento no Brasil já passou por diversas etapas e ainda existem muitos problemas a serem sanados. É necessário que a legislação traga segurança a toda a população independente da classe social. A saúde e o acesso aos serviços de saneamento básico são direito de todos, garantidos na Constituição Federal de 1988 e por isso, deve-se articular políticas que garantam a universalização desses serviços e não o contrário.

Em termos de lei foram instituídas algumas direcionadas para setores específicos como exemplo, a Política Nacional de Saneamento Lei nº 11.445/2007 e a Política Nacional de Resíduos Sólidos 12.305/2010. No entanto ao que se refere às ações, as políticas não parecem ser o bastante. A Política Nacional de Resíduos sólidos, estipulou que todos os municípios do Brasil implantassem os aterros sanitários como destinação final e exterminassem os lixões. Segundo Puentes (2022), aproximadamente 2.500 lixões ainda estão em operação, o que confirma que a execução está bem distante do que estipula as leis no setor de saneamento.

2.1.2 Abastecimento de Água

A água é fundamental, tanto para a sobrevivência dos seres humanos, quanto para o desenvolvimento da sociedade. Com isso é necessário que se garanta água com qualidade e quantidade suficientes. Entretanto, a sua disponibilidade na natureza tem sido cada vez mais limitada. Para garantir o acesso a água em qualidade e quantidade suficientes e de forma acessível para a população, utilizam-se instalações para abastecimento de água.

O abastecimento de água potável para uma comunidade, deve ser a primeira atividade sanitária e social que um planejamento sanitário deve realizar. O abastecimento de água é o eixo central de um grupo de ações para propiciar o saneamento, logo, a saúde pública (FUNASA, 2019; Heller, 2006).

A Organização Mundial da Saúde e o Fundo das Nações Unidas para a Infância (Unicef) trazem a definição de acesso aos serviços de abastecimento de água como, a disponibilidade de no mínimo 20 litros por pessoa e por dia, captada por uma fonte com condições apropriadas, cuja localização esteja no máximo a 1 quilômetro das moradias. Essa fonte precisa estar em boas condições, a fim de não causar prejuízos à saúde pública, considerando as instalações hidráulicas residenciais, poços, entre outros (FUNASA, 2019).

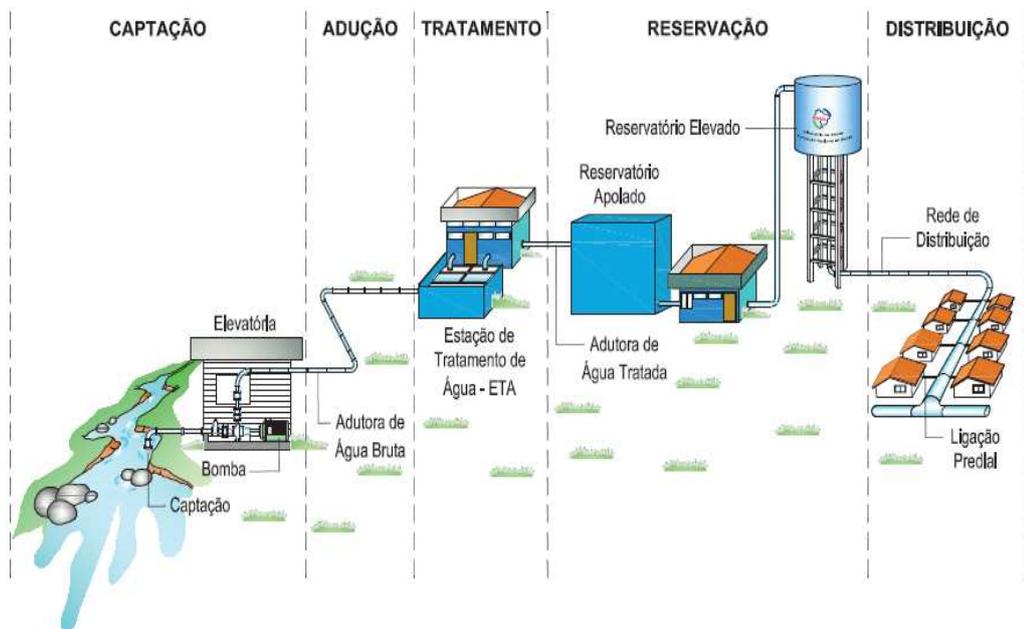
Para que isso seja possível existe a concepção de um sistema de abastecimento de água, o qual envolve alguns fatores como a prioridade da população ou serviços a que a água será direcionada em seguida a outros como as condições ambientais, institucionais, sociais, de infraestrutura e econômico-financeiros. Da mesma forma que para a resolução de um problema no abastecimento de água, podem existir diferentes soluções. É coerente admitir diferentes variantes, distintas formas de projeto ou distintas concepções de dimensionamento (Heller, 2006; Pompeo; Samways, 2020).

O Manual de Saneamento da Funasa (2019), explica que o sistema de abastecimento de água para consumo humano compreende um conjunto de infraestruturas, obras civis, instrumentos e equipamentos, com a finalidade de produzir e fornecer água potável a toda população, através de uma rede de distribuição. Geralmente, é constituído das seguintes unidades: captação, adução, tratamento, reservação, rede de distribuição, estações elevatórias e ramal predial. Elas podem ser verificadas na Figura 2.

O tipo de fonte de abastecimento tem relevante impacto na concepção e funcionamento de um sistema de abastecimento de água. A captação pode ser realizada de forma superficial e subterrânea. O manancial precisa ter boa localização com relação à distância da comunidade e quantidade capaz de suprir a demanda, além de eventuais focos de poluição conhecidos. Cada etapa do sistema de abastecimento de água é importante para garantir que a comunidade tenha acesso à água com boa quantidade e qualidade. Com relação a esse último, já deve-se ter atenção desde a primeira unidade que é a de captação. O monitoramento da qualidade da água bruta deve ser feito nessa primeira etapa; essas orientações estão presentes na Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde (SNIS, 2019a).

Um outro ponto que deve ser analisado na concepção do sistema de abastecimento de água está relacionado à quantidade. A sociedade utiliza a água para diversas finalidades, inclusive econômica. Tais atividades demandam recursos hídricos para uso na indústria, agropecuária, geração de energia, segurança, lazer, alimento, higiene, ou seja, para a manutenção da vida. Os usos básicos dos recursos hídricos têm causado conflitos de demanda e sinais de escassez, os quais estão se tornando evidentes, acarretando em péssimas consequências para a sociedade e o meio ambiente (FUNASA, 2019).

Figura 2: Unidades de um sistema de abastecimento de água.



Fonte: FUNASA (2019).

Ao considerar a concepção de um sistema de abastecimento, é necessário conhecer a respeito do volume de água requerido pela comunidade. De acordo com Pompeo e Samways (2020), não é fácil saber com precisão a quantidade de água requerida para todas as atividades, desse modo, realiza-se uma estimativa. A quantidade de água calculada para essa finalidade pode ser mencionada como demanda de água ou consumo de água.

Além de estimar a quantidade de água requerida, há um outro aspecto que também deve ser avaliado para o abastecimento de água, que é a análise das variações de vazão dos cursos de água, principalmente superficiais, bem como a análise das vazões mínimas. Isso porque, a garantia do fornecimento de água depende da evidência de que a vazão a ser captada seja superior à mínima da fonte em um determinado período hidrológico, a não ser que se adote estruturas para acumulação, sendo imprescindível que se conheçam as variações hidrológicas do curso de água (Heller, 2006).

Heller (2006), atenta para o fato das vazões mínimas dos mananciais de superfície, serem suscetíveis ao uso e ocupação territorial nas bacias hidrográficas. Devido à exploração ambiental, ou seja, a remoção da vegetação faz com que o solo das bacias que contribuem com o manancial tenha sua capacidade de retenção diminuída, tendo como consequência menores vazões em períodos de seca.

A vazão da água depende de muitos fatores como os climáticos, uso e ocupação do solo conforme às diferentes demandas por parte da população. Por isso, é importante atentar para o balanço entre oferta e demanda no consumo dos recursos hídricos. Quando a demanda é alta e supera a oferta, provoca-se escassez da disponibilidade e conflitos em muitos locais.

Para minimizar os conflitos quanto aos interesses pelo uso da água, foi implementada a Lei nº 9.433/1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, que assegura os usos prioritários em situação de escassez. Em seu bojo, elaborou instrumentos de gestão de recursos hídricos, como outorga dos direitos de uso, a cobrança pelo uso, os comitês de bacia hidrográfica, os quais têm competência para resolver conflitos e as agências de água, que oferecem suporte técnico aos comitês (Heller, 2006).

Na gestão hídrica, deve-se procurar meios para que as perdas da água sejam as mínimas possíveis, tendo em vista que existem muitos fatores que influenciam na quantidade da água, interferindo na disponibilidade. De acordo com Sobrinho e Borja (2016), há perdas de água em várias etapas do abastecimento, desde a captação, distribuição até o consumidor final e ocorrem principalmente por causa da operação e manutenção insuficientes das tubulações e gestão comercial inapropriada dos prestadores de serviços públicos de abastecimento de água.

Para se ter uma ideia do impacto causado pelas perdas de água, dados do SNIS (2021a), mostram que ao levar em conta a extensão da rede e as ligações de água no Brasil, avalia-se que 40,1% de toda água concedida é perdida na etapa de distribuição. Esse valor corresponde a um volume de 6,6 milhões de m³ de água desperdiçados ou não calculados pelos prestadores de serviços nos sistemas de distribuição. É necessário elaborar medidas de controle das perdas de água, principalmente em locais com deficiência hídrica e conflitos pelo uso (Sobrinho; Borja, 2016).

É preciso estar atento a todas essas etapas e procurar por melhorias nos serviços de abastecimento de água, tendo em vista que os resultados são imediatos e impressionáveis do progresso na saúde pública e nas condições de vida de uma comunidade, através do controle e da prevenção de doenças, incentivo de práticas de higiene e melhoria da limpeza pública. Já foi verificado que a inserção de sistemas adequados de abastecimento de água, contribuem com a redução das doenças transmitidas através de veiculação hídrica (FUNASA, 2019).

Na década de 1980, se efetivou um empenho mais organizado para entender as relações entre o saneamento e a saúde. Ela foi considerada pela ONU como a Década Internacional do Abastecimento de Água e do Esgotamento Sanitário. É nessa década, que surgem muitos estudos epidemiológicos consistentes que examinam essa relação, viabilizando

a obtenção de valores médios da provável redução na ocorrência de doenças, como resultado da implantação de serviços de abastecimento de água e de outras ações sanitárias (Heller, 2006).

De acordo com a Funasa (2004), os mecanismos principais de transmissão de doença pela água, ocorrem por meio da:

- Transmissão através do consumo de água contaminada por agentes biológicos patogênicos.
- Ameaças causadas por poluentes químicos e radioativos, normalmente efluentes industriais ou provenientes de acidente ambiental.

Com relação aos problemas de saúde pública relacionados ao abastecimento de água, Mara e Feachem (1999, apud Heller, 2006, p. 49), mencionam aqueles por via feco-oral, que podem ocorrer tanto por ingestão ou higiene ineficiente, como exemplo: viroses (hepatite A, E e F; poliomielite, diarreia por rotavírus; diarreia por adenovírus), bacterianas (cólera; infecção por *Escherichia coli*; febre tifoide e paratifoide), causadas por protozoários (amebíase; criptosporidíase; giardíase), helmintos (ascaridíase; tricuriase; enterobíase). Além destas também existem outras referentes à deficiência do volume de água, que acarretam em enfermidades como: doenças infecciosas da pele; doenças infecciosas do olho e doenças disseminadas pelo piolho.

É importante mencionar que há ainda um grupo de doenças transmitidas por mosquitos, que se proliferam pela água. A falta de abastecimento constante de água e de instalações completas faz com que as pessoas procurem alternativas de armazenar a água, utilizando vasilhames (tambores, latões, baldes) que se tornam locais ideais para multiplicação dos mosquitos, que são eles: dengue e febre amarela (transmitida pelo mosquito do gênero *Aedes*), malária (transmitida pelo mosquito do gênero *Anopheles*), filariose ou elefantíase (transmitida pelo mosquito do gênero *Culex*) (Heller, 2006).

É importante conhecer toda essa dinâmica entre o patógeno e a via de transmissão relacionada ao meio ambiente para que se possa evitá-las. É através de modelos conceituais e da classificação ambiental das doenças que podem estar ligadas, de alguma maneira, com o saneamento, que se consegue anteceder os resultados das intervenções de saneamento na saúde pública e ainda compreender sobre as possíveis relações com o meio ambiente. Compete ao planejamento indicar quais ações estão associadas e quais são os parâmetros independentes, de forma a apontar a configuração mais eficiente de implementação dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, visando avanços tanto da saúde pública, quanto do meio ambiente. Para isso, é preciso verificar os efeitos, positivos e negativos, referentes à implementação desses sistemas (Soares; Bernardes; Cordeiro Netto, 2002).

A poluição dos mananciais afeta de forma negativa a qualidade da água e consequentemente o abastecimento de água. O tratamento dos esgotos é imprescindível para levar a água de forma segura para todas as pessoas. A próxima seção irá abordar aspectos conceituais e dificuldades enfrentadas para o alcance da universalização de um outro componente do saneamento básico, o esgotamento sanitário.

2.1.3 Esgotamento Sanitário

O uso da água geralmente resulta da necessidade de se buscar meios para o afastamento e o retorno de uma parcela desta água para o meio ambiente. Depois de utilizada, a água tem suas propriedades naturais alteradas, agregando diversas substâncias, cuja composição está relacionada à finalidade para qual foi usada (FUNASA, 2019).

Caso essas águas não fossem coletadas, tratadas e destinadas de forma correta, haveria grande disseminação de poluentes prejudiciais à saúde e ao meio ambiente. Isso pode ser evidenciado através da correlação entre a ausência de coleta e tratamento de esgoto e os altos índices de contaminação por doenças relacionadas hidricamente. Nas regiões onde a coleta e o tratamento do esgoto são inconsistentes, constata-se elevadas taxas de pessoas com doenças causadas devido à água contaminada (Pompeo; Samways, 2020). Diante do contexto, se indaga: o que é o esgotamento sanitário?

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR nº 9.648/86 define esgoto sanitário como “despejo líquido constituído de esgotos domésticos e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária.” Com relação ao tipo de esgoto, geralmente podem ser classificados de acordo com a sua origem em dois grupos fundamentais: esgotos domésticos e esgotos industriais.

A constituição de esgoto doméstico presente no Panorama do Saneamento Básico no Brasil, SNIS (2021a, p. 75) é a seguinte:

O esgoto doméstico constitui a parcela de despejo líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas. É composto, em quase sua totalidade, por água e por diversos componentes (impurezas) que alteram sua qualidade. Tais impurezas podem ser representadas de forma simplificada por suas características físicas, químicas e biológicas. As características físicas são relacionadas ao tamanho e ao estado das impurezas. As químicas se relacionam às substâncias que apresentam o carbono como elemento principal, substâncias orgânicas, e as inorgânicas, que não apresentam o carbono como elemento principal. Já as características biológicas dizem respeito aos seres vivos (microorganismos), que podem produzir doenças ou não.

No esgoto industrial, resultante das atividades de fabricação, há uma variação da qualidade, já que está sujeita aos tipos de indústrias existentes. Esse tipo de esgoto só pode ser destinado ao sistema público de esgotamento sanitário se tiver propriedades similares às aquelas do esgoto doméstico. De outro modo, a indústria deverá ter seu próprio sistema de esgotamento. A composição pode mudar de orgânica a mineral. De maneira geral, a maior quantidade é de sólidos dissolvidos minerais quando comparado aos esgotos domésticos. O setor industrial abrange não só os resíduos orgânicos, como também os de indústria alimentícia, agroindústria, matadouros, as águas residuárias da indústria de metais, químicas, cerâmicas e outros setores da indústria. No esgoto industrial há uma porção ligada aos equipamentos sanitários dos funcionários e refeitório com características parecidas com aquelas dos esgotos domésticos (FUNASA, 2019a; SNIS, 2021a).

Pompeo e Samways (2020), trazem quanto à origem, mais uma classificação, que é a de esgoto pluvial, composto basicamente pelas águas das chuvas que contêm materiais da atmosfera, superfícies de telhados, calçadas e tubulações, carreando seus sedimentos. No entanto, no Manual do Saneamento da Funasa (2019), expressa que apesar de ainda existir publicações chamando esgoto pluvial, a atual denominação reconhecida para este tipo de despejo é drenagem de águas pluviais urbanas, à qual será abordada na próxima seção desse trabalho.

Na rede coletora de esgotos dos municípios, verifica-se a entrada de águas do subsolo nas tubulações com problemas nas conexões, poços de visita e outras unidades da rede, sendo estas denominadas de águas de infiltração. Com isso, as águas residuárias, são constituídas pelo esgoto doméstico e possíveis despejos de esgoto industrial, somadas às águas de infiltração, que formam, juntas, os esgotos sanitários (FUNASA, 2019).

Ao utilizar água em sanitários, pias e ralos, as pessoas lançam materiais orgânicos e químicos que a poluem e contaminam. O correto é que essa água seja descartada e coletada por um sistema de esgotamento sanitário, em um arranjo que tem a finalidade de coletar e levar o esgoto até um local no qual será executado um tratamento apropriado antes de lançá-lo nos corpos hídricos, que podem servir como manancial de abastecimento para outras localidades (SNIS, 2021a). Esse sistema de esgotamento sanitário tem diferentes tipos, dependendo de determinados aspectos.

Eles estão presentes no Panorama do Saneamento Básico no Brasil (SNIS, 2021a), quando cita a classificação de acordo com Von Sperling (2005), quanto à existência de dois modelos fundamentais em sistemas de coleta de esgotamento sanitário: o sistema coletivo ou dinâmico, em que uma rede de tubulações leva os esgotos das casas e converge o tratamento

em grandes estações; já o sistema é considerado individual ou estático quando é empregada uma solução individual na localidade ou para poucas casas. O sistema individual normalmente é usado em locais com pequenas comunidades e em áreas rurais.

Os sistemas coletivos podem ser subdivididos em sistema separador absoluto, sistema unitário ou combinado e sistema separador parcial ou misto. No sistema separador absoluto, os efluentes e as águas de infiltração são segregados das águas da chuva. As águas pluviais são encaminhadas em canalizações de drenagem independentes e separadas dos esgotos. No sistema unitário, os esgotos sanitários e as águas da chuva são encaminhados em apenas uma canalização. Com relação ao sistema de esgotamento separador parcial, a parcela das águas de chuvas, vindas de telhados e pátios das residências, é dirigida simultaneamente com o efluente e as água de infiltração para um único sistema de coleta de esgoto (SNIS, 2021a).

No Brasil, adota-se o uso do sistema separador absoluto, onde frequentemente encontra-se interconexões entre a água de drenagem e o esgoto sanitário; com isso ocorre a contaminação com propriedades indesejadas do esgoto pluvial, tendo como consequência o aumento da vazão nesse sistema. Essa interconexão acontece devido a defeitos das instalações, ligações clandestinas, negligência, ausência de fiscalização nas obras e edificações onde, por simples conveniência dos moradores e construtores, são acrescidas ao esgoto sanitário as águas pluviais e vice-versa (Araujo, 2011; Pompeo; Samways, 2020).

Um sistema de esgotamento sanitário exemplar é aquele em que há uma rede de coleta que direciona o esgoto para uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) e, depois de passar pelo tratamento apropriado, avança para uma disposição final, que pode ser um corpo receptor, de águas de reuso ou de solo (Pompeo; Samways, 2020; SNIS, 2021a).

As ETEs apresentam distintas configurações consoante à tecnologia adotada e o grau de eficiência pretendida. Geralmente, todas elas têm um tratamento preliminar ou também conhecido como pré-tratamento, que condiciona o efluente ao percorrer pelos tratamentos. O tratamento de esgotos empregados na ETE abrange três etapas fundamentais: tratamento preliminar, tratamento primário e tratamento secundário. De acordo com a exigência do corpo receptor pode ser que se requeira a realização do tratamento terciário. Cada uma dessas etapas tem o intuito de remover uma propriedade particular de material, ocasionando, também, distintos tipos de resíduos que precisam ter uma destinação final adequada (Pompeo; Samways, 2020; SNIS, 2021a).

A característica dos esgotos domésticos difere tanto em termo de qualidade, quanto de quantidade, dependendo do uso da água, a que frequentemente contém 99,9% de água e 0,1% de sólidos orgânicos e inorgânicos, suspensos e dissolvidos e ainda micro-organismos.

Os elementos que compõem a fração sólida dos esgotos estão sujeitos a hábitos, situação socioeconômica da população e também do clima (FUNASA, 2019). Estes fatores são importantes para a concepção do projeto de esgotamento sanitário como, o dimensionamento, os tipos de sistemas de tratamento de esgoto e destinação final, podendo assim diferir em alguns aspectos de um local para outro.

As substâncias presentes no esgoto podem ser caracterizadas através de valores médios de alguns parâmetros diretos ou indiretos, separados em três categorias: físicos, químicos e biológicos. Alguns desses parâmetros são utilizados para determinar o potencial poluidor do efluente e o grau de tratamento preciso (FUNASA, 2019). Os valores desses parâmetros estão presentes na legislação e assim é possível, após o tratamento do esgoto, verificar se os parâmetros se encontram em consonância ao recomendado, de forma que não causem prejuízos ao corpo receptor.

Com relação ao lançamento do esgoto tratado em corpos aquáticos, Pompeo e Samways (2020, p. 155) esclarecem que:

Para o lançamento do esgoto tratado em cursos de água como disposição final, uma série de condições devem ser atendidas quanto à composição do esgoto tratado efluente. Para tanto, devem ser respeitadas duas condições: (1) as exigências de lançamento segundo às Resoluções Conama n. 357, de 17 de março de 2015 (Brasil, 2005b) e n. 430, de 13 de maio de 2011 (2011c), as quais limitam a concentração de certos parâmetros no lançamento e em conformidade com a classe do rio receptor; e (2) os padrões de emissão estabelecidos pelos órgãos estaduais de meio ambiente. Em alguns padrões de emissão [...] considera-se a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), a demanda química de oxigênio (DQO) e os sólidos suspensos totais (SST), o nitrogênio (N), o fósforo (P) e os coliformes fecais (CF).

Com o tratamento adequado e o atendimento aos padrões estipulados pela legislação evita-se poluir os mananciais e prejudicar o ecossistema aquático e à saúde pública, tendo em vista que, o esgoto não tratado acarreta na proliferação de agentes patológicos que transmitem doenças à população.

Inclusive é extenso o número de doenças relacionadas devido a destinação incorreta de dejetos humanos. Entre as principais estão: ancilostomíase, ascaridíase, amebíase, cólera, diarreia infecciosa, disenteria bacilar, esquistossomose, estrogiloidíase, febre tifoide, febre paratifoide, salmonelose, teníase e cisticercose (FUNASA, 2019). Isso reforça, ainda mais, a necessidade de uma destinação e tratamento adequados do esgoto doméstico, devendo para isso procurar estratégias e superar as dificuldades para universalizar os serviços de esgotamento sanitário.

Com relação às dificuldades encontradas, existem algumas mais conhecidas, como as aglomerações urbanas, o desmatamento das matas ciliares e a poluição dos mananciais que estão tendo como resultado a extinção de rios e prejuízos à constituição dos lençóis freáticos. Os rios e fontes perdem perenidade ou se tornam irregulares com vazões instáveis. A ocupação urbana sem ordenamento, o descumprimento à legislação ambiental e a ausência de planejamento são variáveis que tornam piores uma situação, que apesar de tomar medidas corretas no presente, ainda levará décadas para aparecer resultados de progresso. Implantar Sistema de Abastecimento de Água e Sistema de Esgotamento Sanitário, nesse contexto, se torna um desafio (Wartchow, 2009). Para os locais que não têm um sistema de esgotamento sanitário deve-se procurar sistemas descentralizados, fazendo uso de tecnologias que se adequem às características da região, que sejam economicamente viáveis e ambientalmente corretas.

Wartchow (2009) afirma que os municípios que não investirem de forma correta, no atual momento, em saneamento ambiental e na preservação dos rios e nas florestas, não terão outra alternativa, a não ser despendar cada vez mais de maiores valores econômicos, para posteriormente reparar os danos ambientais. Por consequência de dificuldades, como a escassez de recursos financeiros, muitos municípios não podem se servir de qualquer argumento para adiar às providências.

Os municípios precisam buscar alternativas criativas, e através do conhecimento desempenhar bem as atividades necessárias, serem educandos e educadores, com o intuito de solucionar os problemas nas áreas de saneamento do meio ambiente, conectando-se às ideias, aos projetos e às ações, em um objetivo comum do interesse de todos, à universalização do acesso aos Sistema de Abastecimento de Água e Sistema de Esgotamento Sanitário.

No que se refere ao aspecto sanitário adequado dos esgotos, este é imprescindível para a saúde pública, objetivando o controle e a prevenção de doenças referentes através de resoluções que procurem extinguir focos de contaminação e poluição. Assim, seriam evitadas a poluição do solo e a degradação das fontes de abastecimento de água e o contato do agente transmissor com as fezes; seriam melhoradas as condições sanitárias locais e diminuição com os gastos públicos com campanhas de imunização e/ou erradicação de doenças endêmicas ou epidêmicas (FUNASA, 2019).

O próximo tópico se refere a um dos componentes do saneamento básico que auxilia no combate à proliferação de vetores ao evitar que ocorram enchentes: é a drenagem das águas pluviais. Ela deve ser pensada levando em consideração alguns elementos como a topografia do local para que a água possa fluir sem causar prejuízos à população.

2.1.4 Drenagem das Águas Pluviais

A drenagem das águas pluviais é outro componente importante do saneamento básico e que precisa ser bem planejada, para evitar transtornos e prejuízos à população. O Manual do Saneamento da Funasa (2015), conceitua que: “a drenagem é um termo que provém do francês *drainage*, que significa a ação de drenar ou escoar. Hidraulicamente, a drenagem pode ser entendida como o processo de movimentação de massas líquidas de um local para outro por intermédio de canais naturais ou artificiais”.

A drenagem das águas pluviais urbanas, segundo a Funasa (2019, p. 288) corresponde a:

A drenagem, juntamente com o manejo das águas pluviais urbanas, consiste de um conjunto de serviços e/ou atividades, infraestruturas e instalações operacionais de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas.

A água presente no planeta segue um percurso natural, de acordo com o ciclo hidrológico. Devido as atividades humanas, principalmente ao que se refere ao uso e ocupação do solo e as ações ligadas aos usos das águas superficiais e subterrâneas, modificam os percursos naturais pelo qual passa a água, continuando sempre com seu fluxo em função da gravidade, iniciando nos pontos mais altos e chegando aos mais baixos. No processo de fundamentação dos agrupamentos da população, o sistema de drenagem destaca-se como um dos mais delicados problemas acarretados pela urbanização, sobretudo por causa da impermeabilização do solo, detendo a infiltração das águas da chuva, provocando o aumento do escoamento superficial do volume de água do precipitado. Nesses casos, é necessário um maior e melhor controle do escoamento das águas pluviais, a fim de evitar as consequências antagônicas que podem compor graves prejuízos à saúde, à segurança e qualidade de vida da população (FUNASA, 2019; Pompeo; Samways, 2020).

As consequências negativas provenientes pela falta ou pelo déficit do sistema de drenagem podem ser evidenciadas em formas de empoçamento, inundações, erosões e assoreamentos, e só terão suas resoluções atingidas a partir de um conhecimento integrado do ambiente urbano e das conexões entre os sistemas. É necessário que os municípios façam a Drenagem e o Manejo das Águas Pluviais Urbanas conforme às necessidades específicas. O manejo é realizado através de técnicas que podem ser desde a introdução de sistemas de drenagem e obras de engenharia, até a constituição de políticas públicas, abrangendo aspectos tecnológicos e sociais que viabilize medidas preventivas (FUNASA, 2019; SNIS, 2021a).

A principal finalidade de um sistema de drenagem é reduzir e manter distante a ameaça de inundações em áreas estabelecidas pela ocupação humana. Outro objetivo é assegurar a preservação das áreas de várzeas, ou seja, aquelas que ocorrem cheias naturais, no decorrer da extensão dos rios. Essas áreas que não são urbanizadas proporcionam o escoamento de vazão de cheias, mantém o ecossistema aquático e terrestre preservado e proporciona inter-relações entre as águas superficiais e subterrâneas. Além disso, é capaz de reduzir os problemas de erosão e assoreamento (Pompeo; Samways, 2020).

Para que os objetivos do sistema de drenagem sejam atendidos, faz-se necessário a concepção de um plano de drenagem e manejo de águas pluviais, tendo em vista que desde o início devem ser priorizados critérios fundamentais de planejamento para os sistemas de microdrenagem e macrodrenagem e para programas de promoção e ação de medidas de controle de caráter estrutural e estruturante (não estrutural) (FUNASA, 2019).

No que tange ao sistema de drenagem, faz-se necessário conhecer a microdrenagem e macrodrenagem. Pompeo e Samways (2020), afirmam que o sistema tradicional é composto por dois subsistemas diferentes que requer elaboração e planejamento sob medidas diferenciadas: a microdrenagem e a macrodrenagem. A microdrenagem ou coletor de águas pluviais, é constituído pela superfície da área urbana, por ruas, guias e sarjetas, bocas de lobo, rede de galerias de águas pluviais e canais de pequenas extensões.

Já a macrodrenagem é aquela formada pelos principais talvegues (fundo de vale) existentes, não depende da realização de obras específicas e da localização das áreas urbanizadas, por ser acesso natural das águas da chuva. A macrodrenagem de uma zona urbana representa à rede de drenagem natural precedida da ocupação do terreno. É responsável pelo escoamento final das águas, podendo ser constituída por canais naturais ou artificiais (galerias e canais de grandes extensões) e estruturas auxiliares (FUNASA, 2019).

Existem outros fatores importantes que devem ser levados em consideração em um projeto de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (2021, p. 150), os principais, fatores são: “clima, relevo, tipo de solo, regime dos corpos de água nas cidades e impermeabilização do solo. O manejo das águas pluviais deve ser feito de acordo com as características de cada cidade”. Como se percebe, é importante considerar também os fatores de origem natural a fim de ter um resultado satisfatório que evite o desencadeamento de enchentes e outros prejuízos já citados anteriormente.

Há um outro aspecto a ser considerado na etapa de elaboração do sistema de drenagem urbana, sendo este referente às características da bacia hidrográfica em que estão

estabelecidas as cidades. Os projetos que não investigam o comportamento das águas da chuva da bacia, onde estará posto o sistema de drenagem, podem não surtir resultados satisfatórios (SNIS, 2021a). Para planejar um bom sistema de drenagem e manejo das águas pluviais é necessário também ter uma visão integrada, pois há a participação de outros elementos que precisam ser admitidos.

Levando em consideração que o sistema de drenagem urbana compõe o grupo que viabiliza avanço nos serviços públicos para a coletividade, tendo como exemplo: redes de abastecimento de água, de coleta de esgotos sanitários, sistema de transmissão de energia, serviços de comunicação e ainda iluminação pública, pavimentação de ruas, parques, espaços para recreação e lazer, torna-se essencial para a população que o espaço urbano seja planejado de maneira integrada, isto é, que todos esses elementos citados sejam planejados concatenados (FUNASA, 2015).

Para facilitar essa gestão integrada existe o plano diretor, que é a referência técnica para a realização da gestão da drenagem. Deve ser analisado como estratégico, tendo em vista que constitui um conjunto de documentos em que está presente os programas de ações, abrangendo medidas estruturais e estruturantes, com o intuito de controlar o escoamento superficial, além do cronograma de implantação e acompanhamento do plano (FUNASA, 2019).

Com relação às medidas utilizadas de controle do escoamento das águas superficiais, têm-se as estruturais e não estruturais. As medidas estruturais são intervenções físicas executadas através de obras e construções civis que incluem o desvio, o armazenamento, o aumento ou a redução da velocidade do escoamento superficial das águas dependendo da situação, restringe danos e interrupções das atividades urbanas em consequência das inundações. São exemplos de medidas estruturais: as galerias pluviais e os canais, a captação das águas pluviais do calçamento por meio de sarjetas e bocas de lobo, os reservatórios para amortização e contenção de cheias, como lagos e parques inundáveis, obras de diques e bacias de sedimentação (Pompeo; Samways, 2020).

As medidas estruturantes (não estruturais) são ações normativas, fiscalizadoras e educativas. Elas são de natureza legal e institucional e busca disciplinar a urbanização de modo a atenuar os seus efeitos no regime de chuvas das bacias. Tem o propósito, sem modificar a morfologia, de diminuir os impactos com a execução de medidas e princípios que propõem diminuir o risco hidrológico e as intervenções provenientes das atividades antrópicas. Exemplo de medidas estruturantes: sistemas de alerta de riscos de inundação, plano diretor de drenagem, mapeamento de áreas de risco e inundação, cadastro técnico de obras lineares, execução de

regulamentação do uso e ocupação do solo e educação ambiental, visando intervir na poluição difusa, erosão e resíduos sólidos (FUNASA, 2019; SNIS, 2021a).

O sistema de drenagem urbana passou por mudanças ao longo do tempo, as primeiras comunidades escolheram se acomodar ao longo da extensão dos cursos dos rios. Essas pessoas tinham conhecimento e aceitavam os riscos ligados a episódios de inundações constantes na região. No entanto, em meio ao acentuado processo de ocupação, aliado com a poluição dos rios e a maior possibilidade de propagação de doenças, como a cólera, surgiu a concepção de que a exposição da população à água na superfície das ruas era prejudicial. Dessa forma, o sistema de drenagem deveria ser apto a coletar e escoar a água da chuva, rapidamente, para distante da população local. Esse conceito é conhecido como “higienista”. Os sistemas de drenagem planejados com apoio nessa conceituação são conhecidos como clássicos. Entretanto, essas soluções clássicas não são efetivas, pois apenas mudam o problema das áreas a montante para as áreas à jusante, pois causam o aumento do escoamento da água e diminui o tempo em que esse processo acontece (SNIS, 2021a).

As soluções clássicas utilizadas para o sistema de drenagem urbana constituem na adoção de lagoas de infiltração e detenção ou no lançamento direto das águas pluviais nos mananciais receptores. Normalmente, não existe controle ou direcionamento dessa água para outras finalidades com o intuito de incentivar a proteção contra a contaminação conduzida pelos deflúvios superficiais (Righetto; Gomes; Freitas, 2017).

Christofidis, Assumpção e Kligerman (2019, p. 97), esclarecem quais são as causas das falhas dos sistemas de drenagem tradicionais:

Os principais fatores causais são: o modo de aproveitamento aplicado aos solos, vegetação e às águas; a atuação de forma setorial e fragmentada; as interferências danosas pela falta de integração entre os agentes; a desconexão entre atividades/serviços das agências em níveis distintos (federal, estadual, municipal e distrital) e em espaços ambientais e áreas físicas, culturais, comportamentais e de interesses amplos e com grande diversidade em escala. Contribui, também, o modo preponderantemente reativo do poder público à acelerada forma que a urbanização foi concebida e implantada s-em consideração suficiente à dinâmica hídrica.

Na verdade, além desses fatores, existem outros agravantes que contribuíram para perceber a necessidade por outras medidas que não apenas as utilizadas na drenagem clássica. Righetto, Moreira e Sales (2009) explicam que o efeito da acelerada expansão das regiões metropolitanas resultou no aumento da impermeabilização do solo na América Latina, agravaram as desigualdades sociais e a sua ligação com o uso da água. Áreas de risco de inundação passaram a serem ocupadas e o aumento do escoamento nas bacias urbanas, devido

à ocupação, intensificaram-se os problemas. Com isso, foi possível perceber o aumento de episódios de inundações cada vez mais frequentes e o aparecimento de novas áreas alagadas, requerendo necessidades por infraestrutura urbana nos diversos setores. Todos esses pontos aliados à fragilidade institucional dos órgãos gestores do meio ambiente e dos recursos hídricos do Brasil, nos diversos âmbitos, tem exposto a urgência de considerar os paradigmas do desenvolvimento sustentável nas cidades.

Como medida de atenuação dos impactos das inundações das áreas urbanas, a perspectiva tradicional do projeto de drenagem vem passando por mudanças nas últimas décadas por uma abordagem integrada de manejo sustentável das águas pluviais e planejamento urbano. A visão de agregar conceitos de sustentabilidade ambiental na maneira de repensar o crescimento da cidade possibilita um agregado de oportunidades a serem investigadas como recursos integrados em um contexto multidisciplinar. A associação das ações no ambiente urbano, mantendo o controle de uso do solo, e no corredor fluvial, com atenção no curso d'água em parte do território, viabilizam meios de uma construção mais sustentável para o funcionamento das cidades, considerando a drenagem como estruturante da paisagem (Battemarco, *et al.* 2018).

Esse novo paradigma na drenagem pluvial urbana, trouxe aspectos inovadores e vantagens incorporadas ultrapassaram o método tradicional de somente coletar e encaminhar as águas pluviais, distanciando o mais rápido possível as águas da chuva da área urbana central para as periferias; associaram a essa compreensão a geomorfologia, os componentes estruturais e não estruturais (planejamentos, zoneamentos, medidas que orientam à ocupação de áreas com menor risco de inundações). As medidas estruturais juntamente com as medidas não estruturais aumentam os meios que favorecem maior retenção, infiltração e percolação das águas de forma a reparar os resultados negativos da drenagem tradicional, ficando conhecida por drenagem urbana sustentável (Christofidis; Assumpção; Kligerman, 2019).

É bastante positivo verificar que métodos utilizados na drenagem urbana vêm passando por processos de mudanças, tendo em vista que esse componente do saneamento assim como os outros, sendo efetivo, evita a proliferação de vetores que há muito tempo prejudica a saúde pública, como por exemplo, a malária, que no Brasil é endêmica na região amazônica. A drenagem tem sido amplamente adotada como uma das estratégias no controle de vetores transmissores de doenças, como o mosquito transmissor da malária e de filariose (FUNASA, 2019).

Apesar de um novo paradigma mais sustentável do sistema de drenagem urbana é preciso também a colaboração da população e maior eficiência da limpeza pública.

Righeto, Moreira e Sales (2009), expõem que os serviços de limpeza pública e os sistemas de drenagem são, provavelmente, os dois segmentos do saneamento que estão mais correlacionados, tendo em vista, que os resíduos sólidos originados da população estão diretamente passíveis de obstruir e/ou danificar os sistemas de microdrenagem, assim como poluir os recursos hídricos do ambiente urbano. Visando a sua inter-relação com a drenagem pluvial, outros componentes do saneamento e com a saúde pública, o próximo tópico está relacionado aos resíduos sólidos.

2.1.5 Resíduos Sólidos

As atividades antrópicas causam impactos negativos nos âmbitos físicos, biológicos e socioeconômicos, prejudicando os ambientes naturais e a saúde pública. Esses impactos podem ser evidenciados nos recursos hídricos, no ar, no solo, até mesmo na atividade humana. A disposição final de resíduos sólidos sem tratamento preliminar tem causado muitos desses impactos (FUNASA, 2019). A palavra resíduos sólidos já foi muito conhecida como lixo, mas será que existe diferença?

Barros (2012) explica que ao mencionar a expressão resíduos sólidos, deve-se inicialmente lembrar-se de uma palavra anteriormente bastante empregada para o que se compreende, na atualidade, como sobras indesejáveis de determinada atividade. A palavra lixo foi e ainda é muito utilizada, no sentido de seu uso coloquial não apreender em seu significado a possibilidade de reaproveitamento, reutilização ou reciclagem deste material.

O Panorama do Saneamento Básico (SNIS, 2021a), traz a definição do dicionário Aurélio de que lixo significa: tudo o que se varre da residência, do jardim, da rua e se descarta; entulho; tudo que não tem mais uso e se descarta; sujeira, sujeira, imundície; coisa ou coisas sem utilidade, antigas e sem valor. Como se percebe, existe um certo desprezo pelo lixo, algo que não tem mais utilidade e que é sujo. Porém, será que tudo que deixa de ser útil para alguém necessariamente deixa de ter serventia para outros? Não pode ainda se transformar em outro material e ser dado um novo uso como o que faz a reciclagem de materiais?

Apesar de lixo e resíduos parecerem ter o mesmo significado, a palavra lixo tem o poder de eliminar o valor daquilo que nomear, mas nem tudo que se julga lixo é algo sem valor. Ao conceito de resíduos sólidos não são agregadas palavras que denotem inutilidade ou a ausência de valor dos objetos, isso porque os resíduos ainda podem ter alguma finalidade (SNIS, 2021a). É justamente nesse quesito a diferença entre lixo e resíduos sólidos.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) na NBR 10.004/2004 (ABNT, 2004, p. 1), define resíduos sólidos como:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Por terem o potencial de causar danos ao meio ambiente e/ou à saúde pública, os resíduos sólidos são classificados de acordo com alguns critérios. Na NBR 10.004/2004 (ABNT, 2004), a classificação dos resíduos compreende a identificação do processo ou atividade de origem e de seus componentes e características e a verificação destes componentes com a lista de resíduos e substâncias cujo efeito à saúde e ao meio ambiente é conhecido.

De acordo com a norma 10.004/2004 ABNT (2004, p. 3), os resíduos são classificados como:

- a) resíduos classe I - Perigosos;
- b) resíduos classe II – Não perigosos:
 - resíduos classe II A – Não inertes.
 - resíduos classe II B – Inertes.

Já a Política Nacional de Resíduos Sólidos 12.305/2010, define resíduos sólidos como:

material, substância, objeto ou bem descartado, resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (Brasil, 2010, p. 2).

Com isso, faz-se essencial uma gestão dos resíduos sólidos com tratamento mais adequado de acordo com suas características, assim como uma destinação final adequada. Lidar com resíduos sólidos é algo tão importante que existem até aparatos legais, inclusive em âmbito federal, a respeito dos resíduos sólidos. É a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) lei 12.305/2010, citada anteriormente, que dispõe a respeito dos objetivos, instrumentos, classificação e demais aspectos fundamentais para nortear o correto gerenciamento dos resíduos sólidos no Brasil.

Vale salientar que a PNRS não é a única a trazer aspectos normativos a respeito dos resíduos sólidos e ela deve ser aplicada integrada ao disposto na Lei 11.445/2007 que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e a política federal de saneamento básico, entre outras (Silva Filho; Soler, 2019).

Além da definição de resíduos sólidos, a PNRS trouxe uma nova concepção que designou de rejeitos. Os “rejeitos” são resíduos que, depois de exauridas todas as opções de tratamento e recuperação por processos tecnológicos acessíveis e economicamente viáveis, não possui outra alternativa a não ser a disposição final ambientalmente adequada (Silva Filho; Soler, 2019).

No tocante a essas alternativas, do processo de tratamento dos resíduos sólidos, é essencial relatar que existe uma combinação ótima entre as tecnologias, no que tange ao custo energético e ambiental característico às mesmas, entre a reciclagem dos resíduos, aproveitamento, ou ainda, aos métodos de disposição final, como incineração ou destinação ao aterro sanitário. É essencial que a seleção das alternativas concilie seus benefícios com os custos envolvidos para a sua implantação e continuação, tornando-se essencial um aspecto relacionado ao manejo dos resíduos sólidos: o seu gerenciamento integrado (Barros, 2012; SNIS, 2021a).

Com relação a esse aspecto, o Manual da Fundação Nacional de Saúde (2019), retrata que o Brasil ainda enfrenta bastante dificuldades devido à ausência de um gerenciamento adequado dos resíduos sólidos, com isso houve a necessidade de uma nova abordagem técnica, com a PNRS, sobretudo concebendo a adoção da exigência do planejamento integrado dos serviços públicos do gerenciamento de resíduos sólidos, com a constatação do problema, estabelecimento de soluções e alternativas tecnológicas, bem como a definição de metas e prazos de ação nos planos de resíduos.

Essa gestão integrada é muito importante também para evitar que a população adquira doenças, tendo em vista que na composição dos resíduos sólidos pode existir grande quantidade de matéria orgânica e eles servirem de abrigo e alimento para diferentes organismos vivos. Propicia também a proliferação de mosquitos que crescem em água acumulada em latas, vidros e outros recipientes abertos. Há grandes chances do ser humano se contaminar devido ao contato direto com os resíduos sólidos ou através da massa de água poluída, por serem meios permanentes de micro-organismos patogênicos (FUNASA, 2015).

Na massa dos resíduos sólidos normalmente estão presentes agentes patogênicos e micro-organismos que afetam à saúde da população. Esse fato torna-se um grande problema sanitário, uma vez que tais organismos podem sobreviver por tempo prolongado e seu monitoramento é essencial para a compostagem durante este período (FUNASA, 2019). Para

se ter uma ideia, a tabela seguinte traz o tempo que os agentes patogênicos sobrevivem nos resíduos sólidos (Tabela 1).

Tabela 1- Tempo que os agentes patogênicos sobrevivem nos resíduos sólidos.

Micro-organismos	Doenças	Tempo de sobrevivência (dias)
Bactérias		
<i>Salmonella typhi</i>	Febre tifoide	29 – 70
<i>Salmonella Paratyphi</i>	F. paratifoide	29 – 70
<i>Salmonella sp</i>	Salmoneloses	29 – 70
Shigella	Disenteria bacilar	02 – 07
Coliformes termotolerantes	Gastroenterites	35
Leptospira	Leptospirose	15 – 43
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Tuberculose	150 – 180
<i>Vibrio cholerae</i>	Cólera	1 – 13
Vírus		
Enterovírus	Poliomielite (poliovírus)	20 – 70
Helmintos		
<i>Ascaris lumbricoides</i>	Ascaridíase	2.000 – 2.500
<i>Trichuris trichiura</i>	Tricuríase	1.800
Larvas de ancilóstomos	Ancilostomose	35
Outras larvas de vermes	-	25 – 40
Protozoários		
<i>Entamoeba histolytica</i>	Amebíase	8 – 12

Fonte: Adaptado de Leonel (2002), apud Funasa (2019).

Conforme exposto na Tabela 1, os agentes patogênicos sejam eles bactérias, vírus ou protozoários, podem permanecer muitos dias presentes nos resíduos sólidos e, dessa forma, causar doenças. Um bom exemplo é o do helminto *Trichuris trichiura*, que pode sobreviver durante 2.000 a 2.500 dias, sendo tempo suficiente para que alguém possa entrar em contato de alguma forma com o helminto presente nos resíduos e vir a adquirir a doença tricuriase. Da mesma forma, ocorre com outros micro-organismos, fazendo-se necessário o descarte correto e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos.

Apesar dessas doenças não serem o foco desse trabalho, é importante mostrar a diversidade de enfermidades causadas pela falta de saneamento básico e o quanto a população fica exposta a uma infinidade de doenças. Isso reforça ainda mais a urgência em universalizar os serviços de saneamento.

No tocante aos resíduos sólidos algumas alternativas podem surtir bons resultados e contribuir para a saúde pública. Uma das medidas que podem ser tomadas na gestão dos resíduos sólidos se refere à reciclagem, que se caracteriza como uma opção de tratamento de resíduos sólidos benéfica, tanto na perspectiva ambiental como na social. Ela reduz a demanda de recursos naturais, economiza energia e ainda diminui a quantidade de resíduos e poluição, resultando em atividades que dão retorno financeiro. Pode gerar emprego e renda para as famílias de catadores de materiais recicláveis (FUNASA, 2015).

Para a reciclagem ter melhores resultados precisa da contribuição das pessoas, tendo em vista que a separação dos materiais na origem é essencial para maiores quantidades de resíduos, pois a mistura dos resíduos, muitas vezes, inviabiliza a reciclagem e para auxiliar nesse quesito, existe a coleta seletiva. D' Alkmin (2022), explica que coleta seletiva é a coleta diferenciada de resíduos que foram segregados anteriormente de acordo com sua constituição ou composição. Resíduos com características semelhantes são separados pelo gerador (podendo ser a população, uma empresa ou outra instituição), viabilizando-os para a coleta seletiva. Além da população, é preciso ações do Poder Público, investimento em educação, coleta e infraestrutura.

A coleta seletiva e a reciclagem de resíduos são soluções necessárias por viabilizar a redução do volume do resíduo para disposição final. A execução da coleta seletiva pode iniciar com uma experiência-piloto, que vai se expandindo gradualmente. A primeira etapa é a prática de uma campanha informativa com a população, assegurando-a da relevância da função da reciclagem e direcionando-a para que separe os resíduos em coletores adequados para cada tipo de material (D' Alkmin, 2022).

Além dos materiais como plástico, vidro, papel, alumínio e outros, a matéria orgânica (como restos de alimentos), também pode ser reaproveitada, porém de uma forma diferenciada, através da compostagem.

O Manual da Fundação Nacional de Saúde (2019), esclarece o que é a compostagem:

Dentre as várias definições, destacamos que a compostagem moderna é um processo controlado de decomposição microbiana de oxidação e oxigenação de uma massa heterogênea de matéria orgânica no estado sólido e úmido, desenvolvido por uma

colônia mista de micro-organismos, efetuada em duas fases distintas. A fase ativa, quando ocorrem as reações bioquímicas de oxidação mais intensas, predominantemente termofílicas, e a fase de maturação, quando ocorre a humificação do material já estabilizado (FUNASA, 2019, p. 302).

A matéria orgânica precisa de atenção, porque dependendo da fração que fica nos resíduos sólidos irá preencher um maior espaço nos aterros sanitários, reduzindo sua vida útil, caso seja direcionado para ele. Há outro fator que também necessita de fiscalização no que se refere à matéria orgânica, a produção de gases e chorume, que gerados no momento da sua degradação, em ambiente anaeróbio no interior dos aterros sanitários, acaba resultando na demanda de monitoramento e tratamento desses efluentes (Barros, 2012).

Diante dos problemas que a matéria orgânica ocasiona, a compostagem torna-se uma opção de gestão do resíduo sólido orgânico, além disso ainda há a possibilidade de obter composto orgânico aplicável na agricultura, tendo em vista que suas características se enquadram em parâmetros permitidos que garantem a segurança à saúde pública e ao meio ambiente (Barros, 2012).

Todas as alternativas citadas anteriormente contribuem para viabilizar a correta destinação final dos resíduos sólidos, contribuindo com os aspectos ambientais e ainda reduz custos financeiros. Conforme cita a Política Nacional de Resíduos Sólidos, existem muitas alternativas e tecnologias, as quais preciso estudar e escolher as mais adequadas de acordo com a realidade de cada município ou empresa. A finalidade é que seja destinado ao aterro sanitário apenas os rejeitos, ou seja, os sedimentos que restam após exauridas formas de tratamento dos resíduos sólidos.

2.2 Situação do Saneamento no Brasil e no Ceará

Essa seção busca trazer um panorama à respeito do saneamento ambiental no Brasil e no Ceará, através de dados fornecidos pelo Sistema Nacional de Informações para o Saneamento (SNIS), Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) e trabalhos de outros autores que tratam sobre o tema.

Antes de mostrar dados de saneamento no Brasil, é importante citar que de acordo com o relatório das Organizações das Nações Unidas e Organização Mundial da Saúde, bilhões de pessoas no mundo ainda sofrem as consequências da ausência de acesso a serviços básicos como água e outros componentes do saneamento básico. Aproximadamente 2,2 bilhões de pessoas não possuem serviços de água potável administrados de forma segura e 4,2 bilhões

não têm acesso aos serviços de esgotamento sanitário e 3 bilhões carecem de instalações básicas para a limpeza das mãos (OPAS Brasil, 2019). Apesar dos esforços, estatísticas mostram que ainda há muito a avançar para que a universalização do saneamento básico seja uma realidade no mundo.

No Brasil, o saneamento básico teve um relevante progresso nos últimos anos, mas ainda não o bastante. Um dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, no tocante a assegurar a sustentabilidade ambiental, era reduzir as dimensões populacionais sem acesso contínuo de água e esgoto. Uma parcela desse objetivo foi alcançada pelo Brasil, tendo em vista que houve um aumento de uma proporção da população com abastecimento de água na rede pública de 70%, em 1990, para 85,5%, no ano de 2012. No entanto, esse percentual não é uniforme e há grande assimetria entre as diferentes regiões do Brasil (Cavalcanti; Timerman, 2016). A seguir, será mostrado um panorama da situação do saneamento no Brasil e no Ceará, a fim de verificar como ele tem se desenvolvido nas distintas regiões.

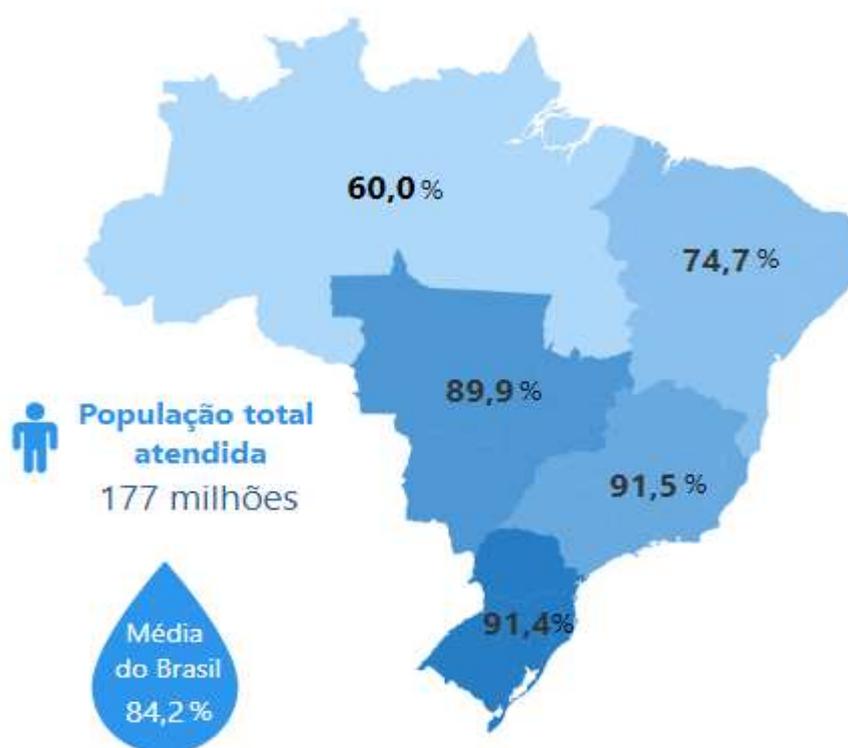
2.2.1 Abastecimento de Água

O índice de atendimento de água total considera apenas os sistemas de abastecimento de água das redes públicas, ou seja, não são consideradas nos cálculos as soluções individuais, como poços, cisternas, nascentes, entre outras.

Os municípios enviam seus dados para o Sistema Nacional de Informações para o Saneamento, com relação ao ano de 2021; dos 5.570 municípios do Brasil, participaram da pesquisa 5.335 (SNIS, 2021b).

De acordo com os mais recentes dados no SNIS (2021b), referente ao ano de 2021, em termos de índice de atendimento de água por região do Brasil (Figura 3), é possível verificar que os índices mais baixos se encontram nas seguintes regiões: Norte - atende 10,5 milhões de habitantes (60%); Nordeste - 42 milhões de habitantes (74,7%); Centro-Oeste - 14,8 milhões de habitantes (89,9%), que possui valores mais próximos da região Sul. Esta apresenta 27,7 milhões de habitantes (91,4%) e, com o melhor índice, o Sudeste, com 81,8 milhões de habitantes (91,4%). As três últimas regiões possuem os melhores índices de atendimento de água, sendo que a diferença entre o Sudeste e o Sul é ínfima (Figura 3).

Figura 3: Índice de atendimento total de água por regiões no Brasil – 2021.



Fonte: SNIS (2021b).

Com relação a essas diferenças entre as regiões, Whately, Lerer e Jardim (2020), explicam que a carência de saneamento é mais crítica nas regiões Norte e Nordeste do país e, principalmente em seus pequenos municípios, devido a herança da forma que se desenvolveu o processo histórico, o qual privilegiou a assistência no centro das cidades, em regiões metropolitanas, e não se deu muita atenção a área rural. É por isso que a população de baixa renda que mora em assentamentos urbanos precários e a comunidade rural são as mais atingidas pela falta desses serviços básicos.

A melhoria do saneamento está diretamente ligada aos investimentos do setor, dessa forma é importante verificar como foi realizado o investimento do ano de 2017 e o de 2021 referente aos sistemas de água e qual o resultado de algumas variáveis, as quais estão presentes na Tabela 2.

No ano de 2017, dos 5570 municípios do Brasil, 5126 responderam às informações ao SNIS. Já no ano de 2021 participaram da pesquisa 5335, ou seja, houve um aumento de 4,1% das amostras dos municípios. Verifica-se que a população total atendida pelo abastecimento de água em 2017 era de 92% e em 2021 foi para 95,8%, com um aumento de apenas de 4,13%. As

ligações de água em 2017 eram de 56 milhões e em 2021 foi para 62,3 milhões, o que representa um aumento de 11,25%. Em termos de investimento, em 2017 foram 5,57 bilhões e em 2021 foram investidos em sistema de água, cerca de 7,76 bilhões, resultando em um crescimento de 39,31% (Tabela 2).

Tabela 2 - Investimento em sistemas de água no Brasil em 2017 e 2021.

Ano	2017	2021	Alteração (%)
Brasil	5570	5570	0
Amostras Municípios	5126	5335	4,1
Amostras municípios (%)	92	95,8	4,13
População total atendida (%)	83,5	84,2	0,84
Extensão da rede (mil Km)	640,7	753,2	17,55
Ligações de Água (milhões)	56	62,3	11,25
Investimentos em Sistemas de Água (bilhões)	5,57	7,76	39,31

Fonte: Elaborada pela autora, dados do SNIS (2017-2021b).

Analisando as variáveis ligadas ao sistema de água é possível perceber que todos os resultados foram positivos, porém comparando o ano de 2017 com 2021, diferença de 5 anos, são aumentos pequenos e o investimento aumentou 39,31%, ou seja, não houve nem 50% de aumento nos investimentos.

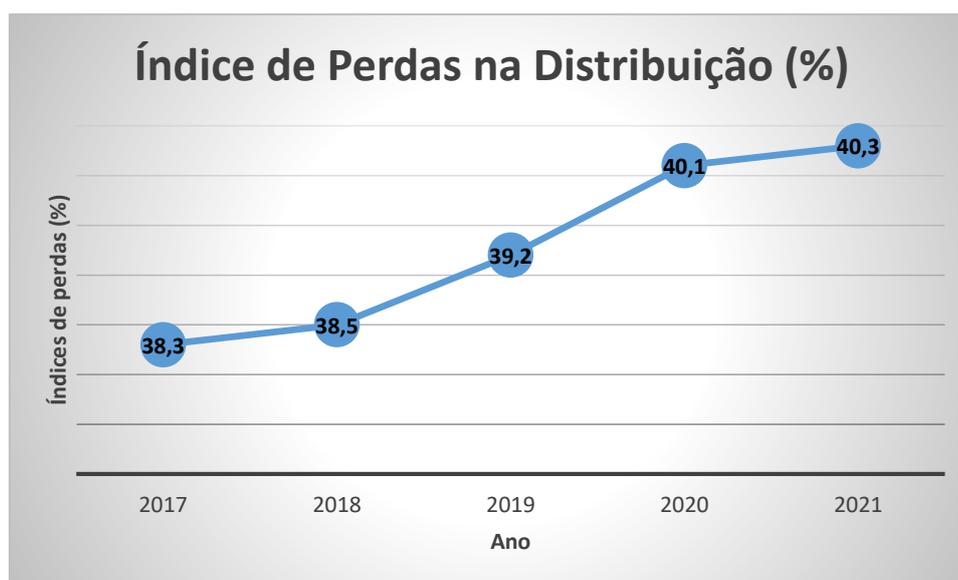
Melhorias no saneamento foram verificadas em pesquisa feita por Viana e Ehrl (2021), ao comparar os resultados em um horizonte de 10 anos no abastecimento de água e esgotamento sanitário. Os autores avaliaram o ano de 2008 e 2018 e constataram que as ligações de água aumentaram 40% e a população atendida cresceu próximo a 30% com o abastecimento de água, sendo que o investimento realizado em água entre estes anos aumentou 161,36%,

levando Viana e Ehrl (2021, p.8) a concluírem que: ”a evolução do saneamento vem acompanhado do volume de dinheiro investido no setor”.

Há outro aspecto no que concerne ao componente abastecimento de água que são as perdas, tendo em vista que este fator afeta diretamente na disponibilidade e por isso precisa de acompanhamento dos indicadores a fim de monitorar e desenvolver ações de combate. É importante identificar o tamanho das amostras de cada ano, dessa forma dos 5.570 municípios do Brasil no ano de 2017 participaram da pesquisa 5.126 municípios, em 2018 foram 5.146; já em 2019 têm-se 5.191, em 2020 responderam ao SNIS 5.350 e em 2021 foram 5.335 municípios.

O Gráfico 1 mostra as perdas de água nos sistemas de abastecimento no país nos últimos 5 anos, podendo verificar através dos dados do SNIS as perdas de água no ano 2017 (38,3%), 2018 (38,5%), 2019 (39,2%), 2020 (40,1%) e 2021 (40,3%).

Gráfico 1: Perdas de água potável no abastecimento hídrico no Brasil 2017-2021.



Fonte: Elaborado pela autora, dados do SNIS (2017-2021b).

Conforme observado no Gráfico 1, as perdas de água têm aumentado nos últimos 5 anos. No ano de 2017 a 2018 houve um aumento menor de 0,2%, já no ano de 2018 há um leve aumento da curva com 38,5%, no entanto, se comparado o ano de 2017 a 2021 ocorreu um crescimento de 2%. No ano de 2021 a porcentagem da perda de água foi de 40,3%, o que significa que está distante apenas 10% para que as perdas sejam a metade disponível para o abastecimento da população. Esse resultado expõe a necessidade de desenvolver melhores

ações para reduzir ao máximo essas perdas. Com isso faz-se necessário ter conhecimento das variáveis e, a partir disso, desenvolver as soluções cabíveis.

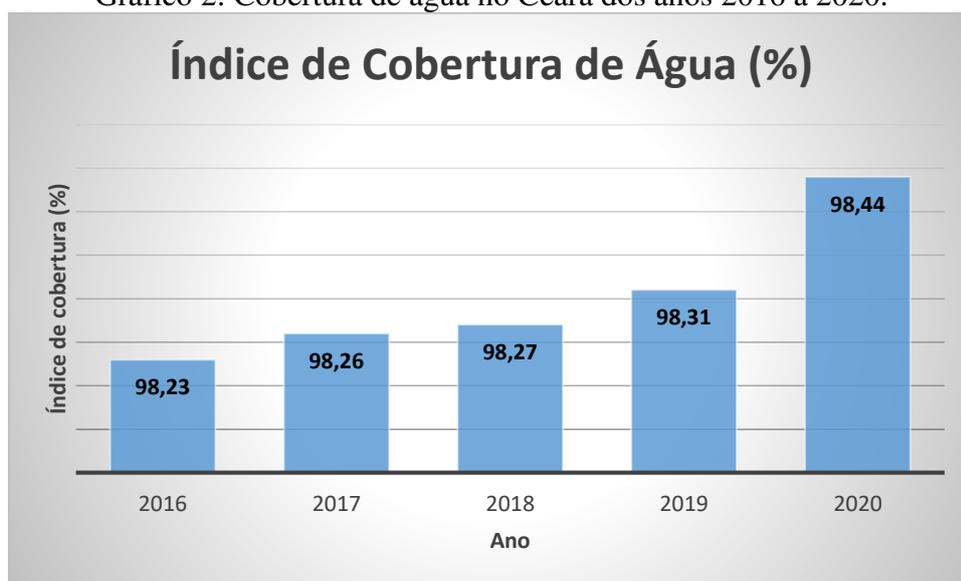
Tardelli Filho (2016), explica que o combate às perdas nas companhias ou operadoras de água geralmente é constituído por um programa em que estão presentes diversas ações operacionais e estruturais. Esse programa deve ter como pilar análises específicas ou diagnósticos que auxiliarão ações mais adequadas de acordo com as características dos lugares e nos determinados quantitativos, as quais irão contribuir para melhores resultados dos indicadores de perdas no decorrer dos anos até o horizonte previsto no planejamento.

Há períodos em que gerenciar aspectos relacionados a água é mais delicado, como por exemplo, nas crises hídricas. A gestão de recursos hídricos também precisa se adaptar em períodos de estiagem. Certamente, o aspecto das perdas nos sistemas de abastecimento de água está inserido no problema e pertence a um conjunto de ações para atenuar os déficits do fornecimento hídrico, através de obras ou serviços de emergência, campanhas para redução do consumo, punição nos casos de consumo excessivo e reforçar o reuso (Tardelli Filho, 2016). Atualmente, também existem tecnologias e modelagem que são capazes de contribuir para o combate as perdas de água no abastecimento; sejam quais forem as soluções adotadas é preciso executá-las o mais rápido possível.

No estado do Ceará, o principal prestador dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário é a Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (CAGECE). A Cagece é uma empresa de economia mista com capital aberto, o principal acionista com 88,36% é o Estado do Ceará; intercedida por contrato, possui a concessão em 152 municípios, assegurando os serviços de água, coleta e tratamento de esgoto a 5 milhões de pessoas no Ceará. Os municípios em que a Cagece não atua têm os serviços exercidos pelo Poder Municipal por meio dos Serviços Autônomos de Água e Esgoto (SAAE'S) (Cordeiro, 2008; CAGECE, 2022).

Para verificar como tem se desenvolvido o saneamento no Ceará, no que concerne ao abastecimento de água nos anos de 2016 a 2020, um horizonte de 5 anos, o Gráfico 2 mostra os índices de cobertura de água, segundo dados da CAGECE (2020). Ao analisar os dados percebe-se que tem havido um crescimento positivo nos índices de cobertura de água, sendo os anos de 2016 (98,23%), em 2017 (98,26%), 2018 (98,27%), 2019 (98,31%) e em 2020 (98,44%). Nota-se que a partir do ano de 2018 o aumento do índice se configura bem melhor que os anos anteriores, pois de 2018 a 2019 o aumento foi de 0,04%; já de 2019 a 2020 o resultado performou como o melhor desde 2016, tendo em vista que o aumento de 2019 a 2020 foi de 0,13% (Gráfico 2).

Gráfico 2: Cobertura de água no Ceará dos anos 2016 a 2020.



Fonte: Elaborada pela autora, dados da Cagece (2020).

De acordo com o Relatório da Administração da CAGECE (2020), no ano de 2020 efetuaram uma reestruturação organizacional, incluindo entre as ações, a reestruturação da Diretoria Financeira e de Relacionamento com Investidores, inserção do cargo de Assessor Especial de Relações com Investidores, formação da Gerência de Mercado de Capitais, assim como a redistribuição de algumas gerências entre as Diretorias. Essa reestruturação objetivou qualificar a empresa como sociedade de economia mista de Capital aberto. Esses fatores podem ter contribuído para o índice de cobertura de 98,44%, o maior crescimento desde 2016. Dados mais recentes da Gerência de Planejamento e Acompanhamento de Empreendimentos (2022) mostram que, em Fortaleza, a cobertura de abastecimento de água é de 99,32% da população. Nos municípios do Estado do Ceará, este índice alcança 97,87%, o equivalente a 2,9 milhões de pessoas providas com água tratada em suas casas (CAGECE, 2022).

Além do abastecimento de água é importante investir na coleta e tratamento do esgoto, a fim de não contaminar os mananciais e nem transmitir doenças para a população, sendo assim a próxima seção irá mostrar como os serviços de esgotamento sanitário têm se desenvolvido.

2.2.2 Coleta e Tratamento de Efluentes

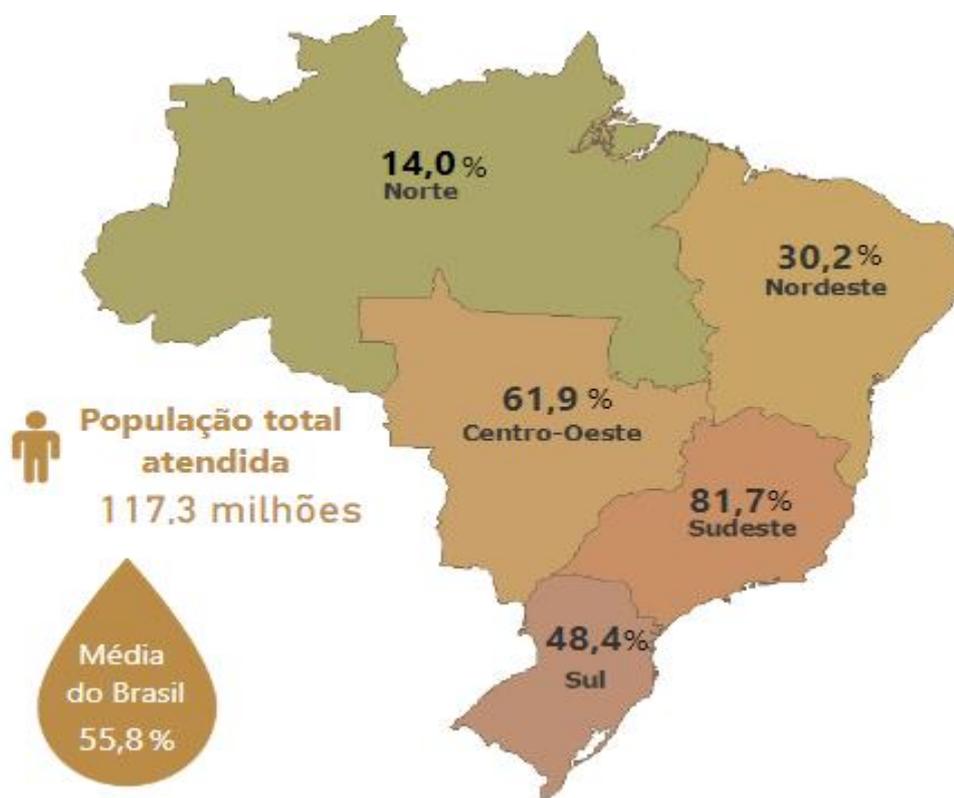
A coleta e o tratamento de esgotos são fundamentais para o saneamento básico. Essas atividades resultam na promoção da saúde pública e conservação dos recursos naturais, como exemplo, os mananciais onde é captada a água para abastecimento público. Nas

residências o maior volume de água se transforma em esgoto depois de ser utilizada para lavagem de roupa e louça, entre outras. No entanto, antes que a água retorne a natureza, as impurezas precisam ser retiradas a fim de não poluir os recursos hídricos (SNIS, 2021b).

Com relação a situação do esgotamento sanitário no Brasil, foram verificados dados do SNIS (2021b), referente ao ano de 2021. É importante salientar que estão presentes informações do esgotamento sanitário de 4.774 municípios o que equivalente a 85,7% dos 5.570 do país. Cabe destacar que no SNIS (2021b) os municípios que possuem sistemas de esgotamento sanitário público são 2.787 municípios, representam 50% da amostra. Já os 1.987 municípios (35,7%) da amostra fazem uso de soluções alternativas individuais. Para os cálculos do índice de atendimento total dos esgotos na figura 4 foram considerados os serviços que fazem uso das redes públicas.

Constata-se através dos dados do SNIS (2021b), representado pela Figura 4, no ano de 2021, que de acordo com o índice de atendimento total de esgoto sanitário, as regiões que apresentam os menores índices são a Norte 14%, representando 2,5 milhões de habitantes e Nordeste 30,2% 17 milhões de habitantes. Os maiores valores dos índices são na região Sudeste 81,7% 73 milhões de habitantes e o Centro-Oeste 61,9% o equivalente a 10,2 milhões de habitantes. A região Sul apresentou 48,4% o que corresponde a 14,7 milhões de habitantes (Figura 4).

Figura 4: Índice de atendimento total de esgoto nas regiões do Brasil-2021.



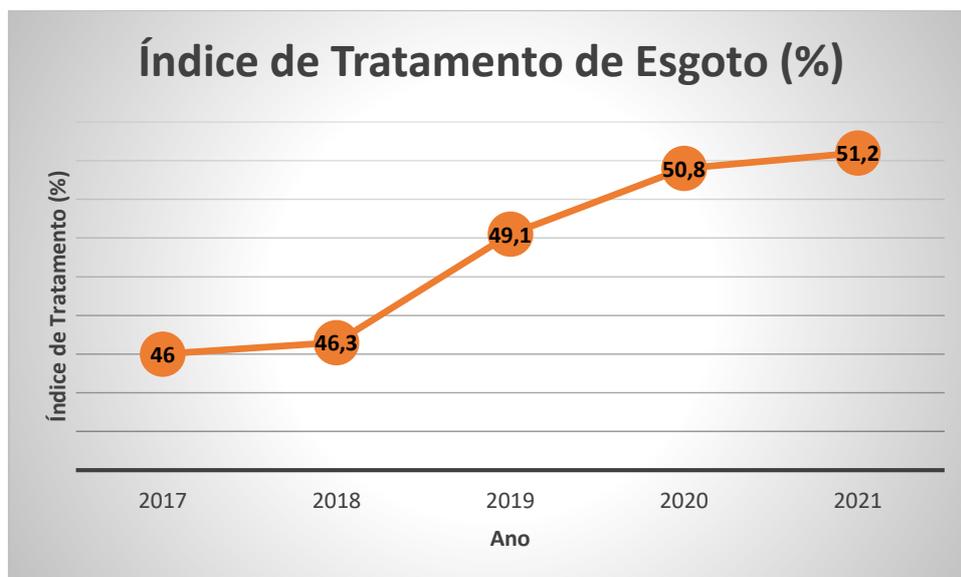
Fonte: SNIS (2021b).

A região Norte tem um percentual de atendimento de esgoto bem abaixo das demais, se configurando a mais carente se tratando de serviços coletivos de esgotamento sanitário. A região Nordeste tem o índice de atendimento melhor que a do Norte, porém não atende nem 50%. Os índices de cobertura relacionados à coleta e tratamento de efluentes nas áreas urbanas, em que há ponderação dos investimentos mais recentes, ainda não são suficientes e resultam de passivo histórico. A coleta de esgoto é importante, mas há outro fator essencial que é o tratamento, pois nem todo efluente coletado é direcionado a uma estação de tratamento (Agência Nacional das Águas, 2017).

Verificou-se a situação do tratamento de esgoto no Brasil, através dos dados do SNIS (2021b) dos últimos 5 anos. Relacionado aos tamanhos das amostras dos 5.570 municípios do país, no ano de 2017 participaram da pesquisa 3.865 municípios, em 2018 foram 4.050 municípios, em 2019 a amostra foi de 4.225 municípios, já em 2020 responderam ao SNIS 4.744 municípios e em 2021 foram 4.774 municípios.

Conforme o Gráfico 3, o tratamento de esgoto no Brasil vem evoluindo, porém, o crescimento começa a melhorar a partir de 2018. Sendo assim, de acordo com dados do SNIS (2021b), os índices de tratamento de esgoto no Brasil do ano de 2017 a 2021 foram: 2017 (46%), 2018 (46,3%), 2019 (49,1%), 2020 (50,8%) e 2021 (51,8%) (Gráfico 3).

Gráfico 3: Tratamento de esgoto no Brasil 2017-2021.



Fonte: Elaborado pela autora, dados do SNIS (2017-2021b).

Em termos de tratamento de esgoto, percebe-se que do ano de 2017 a 2018 o índice de permaneceu estável, tendo uma diferença de apenas 0,3%. A partir do ano de 2018 para 2019 tem-se um crescimento mais acentuado que foi de 2,8% se configurado no melhor resultado, quando comparado os últimos 5 anos. De 2019 para 2020 houve um aumento de 1,7%, porém de 2020 para 2021 a reta fica estável, pois o crescimento foi de apenas 0,4%. Os resultados mostram que no que se refere tratamento dos efluentes no Brasil ainda há muito a se fazer, pois conforme verificado o crescimento nos últimos 5 anos foi lento.

Precisa de bastante planejamento e trabalho para se alcançar a universalização. Apesar do abastecimento de água estar mais próximo da universalização, a implementação da rede de coleta de esgoto, sobretudo, tratamento desse esgoto, ainda precisa se desenvolver muito. Essa divergência entre o abastecimento de água e a coleta e o tratamento de esgoto podem até mesmo afetar o abastecimento de água, afetando a qualidade dos recursos hídricos e consequentemente causando maiores custos para as prestadoras de serviços de saneamento no tratamento da água (Araújo; Bertussi, 2018).

Todos esses aspectos reforçam a importância de estruturar melhor as diversas variáveis para avançar no setor de saneamento básico, seja em termos de infraestrutura, gestão, operação e as mais viáveis tecnologias (Tabela 3). Para isso existe um fator essencial que é o investimento. Como tem sido o investimento em sistemas de esgotamento sanitário?

Tabela 3 - Investimentos em sistemas de esgoto em 2017 e 2021 em R\$.

Ano	2017	2021	Alteração (%)
Brasil	5570	5570	0
Amostras municípios	3865	4774	23,51
Amostras municípios (%)	69,4	85,7	23,48
População total atendida (%)	52,4	55,8	6,49
Extensão da rede (mil Km)	312,8	365	16,69
Ligações de esgoto (milhões)	31,2	36,4	16,67
Investimentos em sistemas de esgoto (bilhões)	3,88	7,35	89,43

Fonte: Elaborada pela autora, dados do SNIS (2017-2021b).

Na Tabela 3, estão presentes alguns aspectos do sistema de esgotamento no Brasil e o comparativo deles com o investimento dos anos de 2017 e 2021. De acordo com informações do SNIS (2021b), dos 5.570 municípios do Brasil a amostragem em 2017 foi de 386 municípios e em 2021 foram 4774 municípios, ou seja, houve um aumento de 23,51% de participação dos municípios na amostragem.

Com relação a população atendida por esses 5 anos, o aumento foi de apenas 6,49%, já no que se refere a extensão da rede e ligações de esgoto, a porcentagem de aumentos foram respectivamente 16,69% e 16,67%, valores bem próximos, de fato o aumento da extensão da rede tem ligação direta com maior número de atendimentos. O investimento em sistemas de esgotamento sanitário em comparação com 2017 e 2021 aumentou em 89,43%.

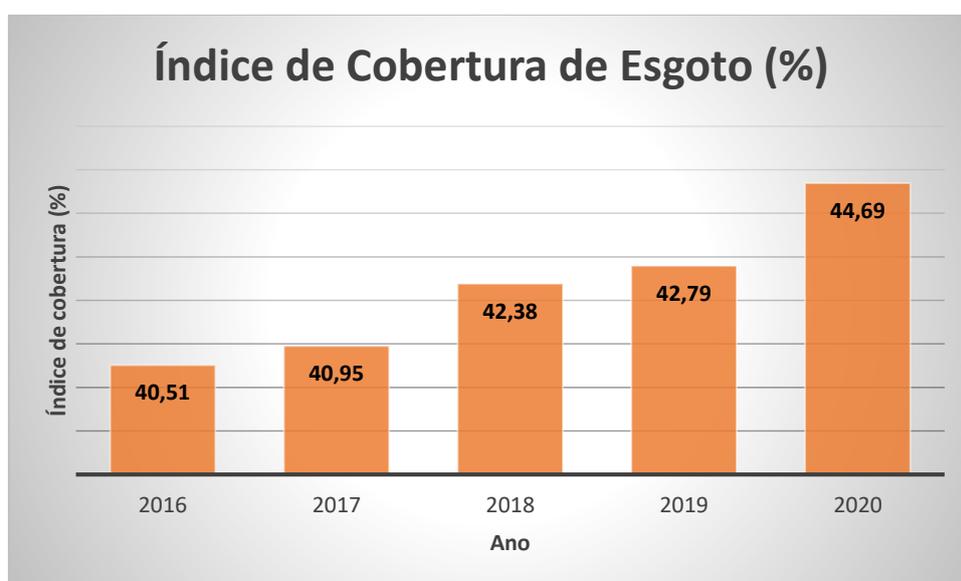
Esse resultado mostra que em termos de investimentos em sistemas de esgoto é um ótimo resultado, pois esse valor está bem próximo a 90% a mais de investimentos. Apesar de maiores investimentos muitos aspectos no que concerne ao sistema de esgotamento no Brasil precisam melhorar bastante.

Viana e Ehrl (2021), mostram também como o sistema de esgotamento sanitário se comportou com o investimento. Eles compararam os resultados de 2008 e 2018 e concluíram que a extensão da rede de esgoto passou de 191,9 mil Km para 325,6 mil Km, resultando em um aumento de quase 70% na extensão da rede de esgoto. As ligações progrediram em 81,6%. Por fim, Viana e Erl mostraram que o investimento em 2018 foi de 4,74 bilhões e em 2008 foi de 2,6 bilhões que refletira em um crescimento de 28% com esgotamento sanitário. Sendo assim, eles constataram o progresso do saneamento, quando se investe dinheiro no setor.

No estado do Ceará a companhia responsável por 83% dos municípios pela prestação de serviços de abastecimento de água e operação de esgotamento sanitário é a Cagece. O Gráfico 4 mostra a evolução no período de 5 anos, de 2016 a 2020, do esgotamento sanitário no Ceará, através dos dados da CAGECE (2020).

Dessa forma, percebe-se que houve um crescimento no atendimento de esgoto no Ceará, entretanto de 2016 a 2017 o aumento foi de 0,44%, entre 2017 e 2018 o resultado foi melhor pois a diferença foi de 1,43%, já entre 2018 a 2019 houve um aumento de 41%, porém o melhor resultado foi no ano de 2020, tendo evoluído 1,9% comparado ao ano de 2019. Se analisar o crescimento relacionado aos 5 anos, a cobertura de esgoto dos municípios atendidos pela CAGECE teve um progresso de 4,18% (Gráfico 4).

Gráfico 4: Cobertura de esgoto no Ceará nos anos 2016 a 2020.



Fonte: Elaborado pela autora, dados da Cagece (2020).

O índice de atendimento do esgoto no Ceará tem evoluído, conforme o gráfico 4, o ano de 2020 teve o melhor resultado, apesar de ter sido o ano do início da pandemia da Covid-

19. Nesse mesmo ano o investimento foi de R\$ 256,7 milhões, destinados a obras de implantação, ampliação e melhorias de sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Deste valor R\$ 166,4 milhões com recursos próprios, 44,2 milhões provenientes de recursos onerosos originados de contratos de empréstimos (BNDES, BNB e Caixa Econômica Federal) e R\$ 46 milhões com recursos não onerosos (Tesouros da União e do Estado) (CAGECE, 2020).

Esse investimento também explica o fato do ano de 2020 ter melhores resultados tanto em cobertura de água, quanto de esgoto desde 2016 no Ceará. Isso reforça o que já foi exposto anteriormente da relação direta do investimento com melhoria dos resultados relacionados ao saneamento básico.

A Gerência de Planejamento e Acompanhamento de Empreendimentos (2022), apresentou os resultados mais recentes referente a esgotamento, onde o índice de cobertura de esgoto no estado do Ceará é de 44,80%, o equivalente a 2,69 milhões de pessoas, através da rede coletora de mil Km de extensão. Já em Fortaleza, o índice de cobertura do esgoto foi de 66,63% com a extensão da rede coletora de 2.700 Km (CAGECE, 2022). Os resultados mostram que em termos de índice de cobertura de esgoto na capital o desempenho é bem melhor em comparação ao estado do Ceará, o qual não alcança nem 50% de cobertura de esgoto.

Tendo em vista que o Novo Marco Legal do Saneamento estipulou metas, em que 90% da população tenham acesso à coleta e ao tratamento de esgoto até 2033, a solução encontrada foi firmar um contrato de Parceria Público-Privada entre o Estado e a Cagece com a Ambiental Ceará, empresa da Aegea Saneamento, com a finalidade de universalizar os serviços de esgotamento sanitário em 17 municípios, que de acordo com as estimativas irá beneficiar 1,1 milhão de pessoas. Dessa forma, eles almejam assegurar serviços de esgotamento sanitário para a Região Metropolitana de Fortaleza e para o Cariri (Campos, 2023).

Depois da discussão da situação dos serviços de água e esgoto, a próxima seção tratará de explicar como os serviços relacionados aos resíduos sólidos tem se desenvolvido.

2.2.3 Gestão dos Resíduos Sólidos

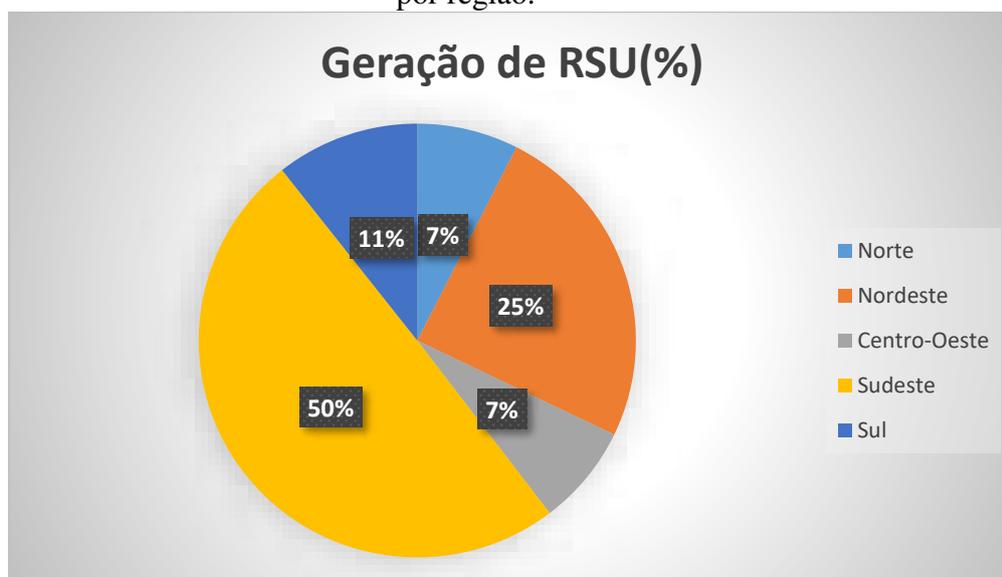
A situação dos serviços ligados aos resíduos sólidos foi verificada através do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, publicado todo ano pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE).

Um fator importante na gestão de resíduos sólidos é a quantidade gerada, tanto para definir metas de redução, quanto para mensurar a efetividade das ações de redução que os municípios possam desenvolver, como também entender as diferenças entre as regiões. Sendo assim, o gráfico 5 apresenta a geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) por região no ano de 2022, baseado nos dados da ABRELPE (2022).

No ano de 2022, as regiões que tiveram as menores gerações de RSU foram a Norte (7%) com 6.173.684 t/ano e o Centro-Oeste (7%) com 6.127.414 t/ano. As que geraram mais foram a Sul (50%), o equivalente a 40.641.166 t/ano e o Nordeste (25%) com 20.200.385 t/ano. Como se percebe só as regiões Sul e Nordeste correspondem a 75% da geração de RSU do Brasil, observar no Gráfico 5.

Comparando-se os anos de 2021, em que a quantidade gerada foi de 82.664.213 t/ano e 2022 foi de 81.811.506 t/ano, houve uma regressão na quantidade de geração de RSU no Brasil. Segundo a ABRELPE (2022), as causas podem ser devido às novas dinâmicas sociais, depois do isolamento em casa por causa da Covid-19, tendo em vista que as pessoas voltaram a frequentar empresas, escolas e escritórios e com isso passou a depender menos dos serviços de delivery, assim como também a mudança do poder de compra por parte da sociedade (Gráfico5).

Gráfico 5: Porcentagem da quantidade de Resíduos Sólidos Urbanos, gerados no ano 2022, por região.



Fonte: Elaborado pela autora, dados da ABRELPE (2022).

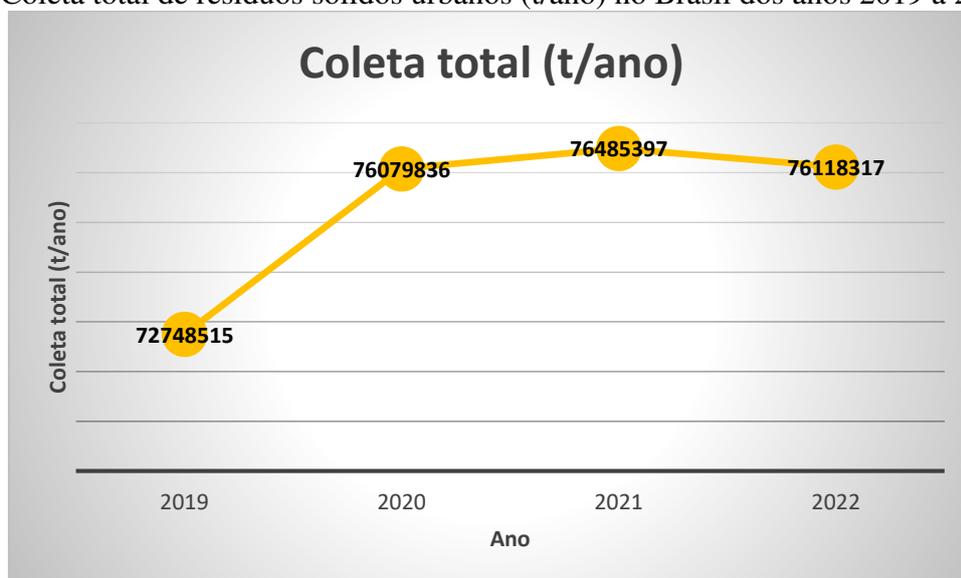
A geração de resíduos está relacionada ao poder de compra do indivíduo, pois quanto maior esse poder maior a quantidade de resíduos. Sendo assim, pode-se admitir a

geração de resíduos sólidos como um indicativo social e econômico. A geração de resíduos de uma região está ligada também ao número de habitantes, portanto as regiões mais populosas geram proporções maiores de resíduos (Santos *et al.*, 2018). Percebe-se isso no Gráfico 5, em que as regiões Sudeste e Nordeste são as que geram mais resíduos e são as mais populosas do Brasil.

Após averiguar a geração é essencial saber como está sendo realizada a coleta, tendo em vista que ela é fator essencial para uma destinação adequada. No gráfico 6 está a coleta de RSU no Brasil dos anos 2019 a 2022, ou seja, dos últimos 4 anos. Dessa forma é possível avaliar como tem se desenvolvido a coleta dos resíduos antes e depois na pandemia da Covid-19.

Em termos de coleta de resíduos percebe-se que houve um aumento expressivo do ano de 2019 para 2020 (Gráfico 6), sendo um aumento da coleta em 4,38%, o equivalente a 3,3 milhões de toneladas. De 2020 para 2021 o aumento foi de 0,53%; já de 2021 para o ano de 2022 houve uma leve redução de -0,48% na coleta dos resíduos sólidos urbanos, o que corresponde a 367 mil toneladas a menos. No entanto, houve uma redução na geração de RSU de 2021 para 2022, o que pode explicar essa redução na coleta. O índice de cobertura de coleta de RSU no Brasil é de 93,04%, um resultado bem melhor se comparado aos outros componentes do saneamento básico (Gráfico 6).

Gráfico 6: Coleta total de resíduos sólidos urbanos (t/ano) no Brasil dos anos 2019 a 2022.



Fonte: Elaborado pela autora, dados da ABRELPE (2019-2022).

Analisando o ano de 2022 no Brasil, a geração de resíduos sólidos urbanos foi de 81.811.506 toneladas e a coleta 76.118.317 toneladas, ou seja, 5.693.189 toneladas não foram

coletadas. Dessa forma, não é possível prever qual o destino que esses pouco mais de 5 milhões de toneladas podem ter tido, provavelmente um destino inapropriado.

A coleta de resíduos está estritamente ligada à saúde pública e por isso se faz importante realizá-la em todos os pontos de geração. Um estudo realizado por Catapreta e Heller (1999), com a finalidade de verificar as consequências da ausência da coleta de resíduos sólidos urbanos, sobre a saúde de crianças até 5 anos de idade na cidade de Belo Horizonte, constatou que a população exposta a falta dos serviços de coleta de RSU apresentaram 40% mais possibilidade de manifestar as doenças analisadas pelos autores, as quais foram doenças diarreicas, parasitárias e dermatológicas do que aquelas não expostas. Além da coleta, há também que se preocupar com a destinação desses resíduos sólidos, pois esse é outro aspecto que se realizado de forma incorreta acarreta em prejuízos ao meio ambiente e à saúde da população.

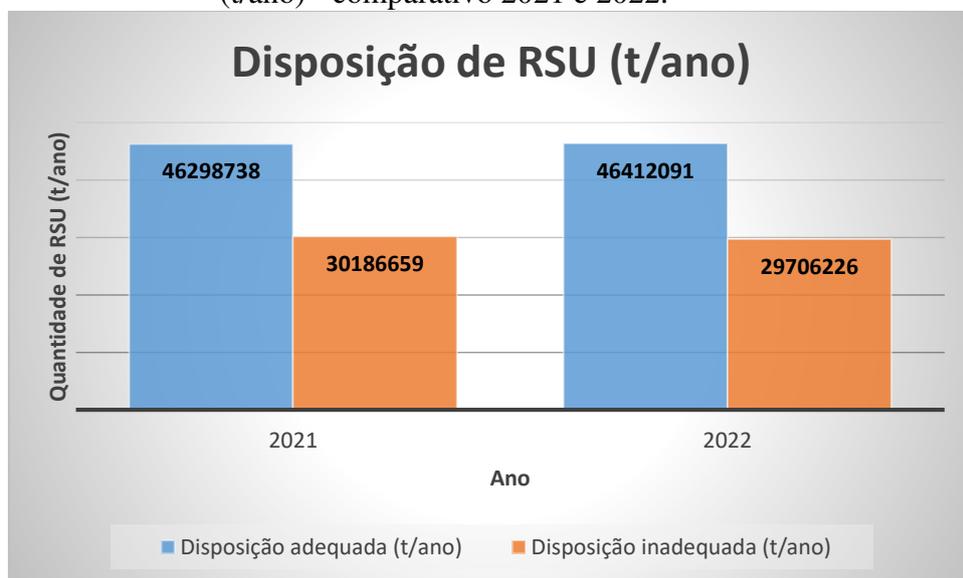
A disposição final é uma das opções de destinação ambientalmente adequada previstas na Política Nacional de Resíduos Sólidos, desde que consideradas as normas de operação intrínsecas, a fim de não causar prejuízos ou riscos à saúde da população e a atenuar os impactos ambientais. No Brasil, a maior quantidade de RSU coletados são encaminhados para disposição em aterros sanitários, tendo registrado um aumento de 10 milhões de toneladas em 10 anos, transitando de 33 milhões de toneladas por ano para 43 milhões de toneladas. No entanto, a quantidade de resíduos que são destinados para unidades inadequadas (lixões e aterros controlados) também aumentou, transitando de 25 milhões de toneladas por ano para aproximadamente 29 milhões de toneladas por ano (ABRELPE, 2020).

Conforme apresentado, a disposição final dos resíduos tem melhorado ao longo de 10 anos, mas é importante perceber que ainda existem resíduos sendo destinados para locais inadequados, a exemplo de lixões e aterros controlados, indo contra o que preconiza a PNRS e propiciando os danos causados. Posto isto, o Gráfico 7 apresenta a disposição final de RSU do ano de 2021 e 2022.

A disposição final de resíduos sólidos urbanos no Brasil, entre os anos de 2021 e 2022 (Gráfico 7) não passaram por mudanças significativas. Conforme dados da ABRELPE (2022), constatou-se que em 2021 60,5%, o equivalente a 46,3 milhões de toneladas dos resíduos, teve destinação correta e 39,5%, com 30,1 milhões de toneladas, encaminhados para destinação inadequada. Já em 2022, a maior quantidade dos RSU coletados 61% com 46,4 milhões de toneladas permanecem sendo encaminhadas para aterro sanitário. Apesar disso, locais de disposição inadequada, englobando lixões e aterros controlados, ainda continuam em

atividade em todas as regiões do Brasil e receberam 39% correspondendo a 29,7 milhões de toneladas com destinação inadequada.

Gráfico 7: Disposição final adequada x inadequada de resíduos sólidos urbanos no Brasil (t/ano) - comparativo 2021 e 2022.



Fonte: Elaborado pela autora, dados da ABRELPE (2022).

A destinação incorreta é um problema que já perdura há muito tempo, apesar da Política Nacional de Resíduos (PNRS) ter estipulado prazo para a desativação deles. Porém a previsão para a extinção dos lixões não tem origem em 2010 na PNRS, mas bem antes. De acordo com Lavor *et al.* (2017), a Política Nacional de Meio Ambiente, na Lei 6.938/81, já apresentava o conhecimento que os lixões são fontes de poluição, devendo, dessa forma, serem fechados e substituídos por aterros sanitários e reciclagem. Os autores citam ainda que na Lei 9.605/98 de crimes ambientais, classificam lixões como crime.

O prazo dado para o fim dos lixões pela PNRS era 2014, muitas cidades não alcançaram esse objetivo. Em 2020, o Marco Legal do Saneamento Básico prorrogou esse prazo em capitais e regiões metropolitanas para 2021 e os municípios com menos de 50 mil habitantes, para 2024. Entretanto, o professor Pedro Cortês da Universidade de São Paulo (USP) declara que a meta de eliminar lixões em 2024 não é acessível para municípios de pequeno porte, pois carecem de recursos e estruturas (Exame, 2022). É possível verificar a dificuldade existente em eliminar áreas de disposição inadequada de resíduos. A destinação adequada tem melhorado muito, porém conforme observado em 2022, 29,7 milhões de toneladas de RSU tiveram destino inadequado.

No estado do Ceará a administração dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos é atribuída ao município e de forma direta, por empresas contratadas ou de forma mista. Através do Panorama Estadual de Resíduos Sólidos de 2015 é possível verificar no que concerne aos serviços de coleta, que eles são executados de forma direta em 43 municípios, de forma terceirizada em 133 municípios e de forma mista em 8 municípios (Ceará, 2016). O setor de resíduos sólidos enfrenta bastante dificuldade e com relação aos municípios de pequeno e médio portes a gestão de resíduos torna-se ainda mais desafiadora.

Uma das soluções encontradas para esse problema foi o consorciamento dos municípios. A limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos são um serviço público de responsabilidade do município. Entretanto, os consórcios públicos horizontais, composto apenas por municípios e com a finalidade de implantar e compartilhar o desempenho de estruturas e atividades de gestão integrada de resíduos, tem representado uma alternativa viável a diversas dificuldades enfrentadas pelos municípios nessa categoria, principalmente a ausência de equipe técnica capacitada e a pouca experiência de gestão local, resultando em uma deficiência na operação das estruturas de tratamento e disposição final (Ceará, 2021).

Os consórcios públicos representam um dos principais instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos no Ceará, onde a prestação de serviços pode ser exercida diretamente pelo consórcio, ou atribuída a ente privado através de contrato de concessão, ou ainda por meio de instituição de parceria público-privada (Ceará, 2021).

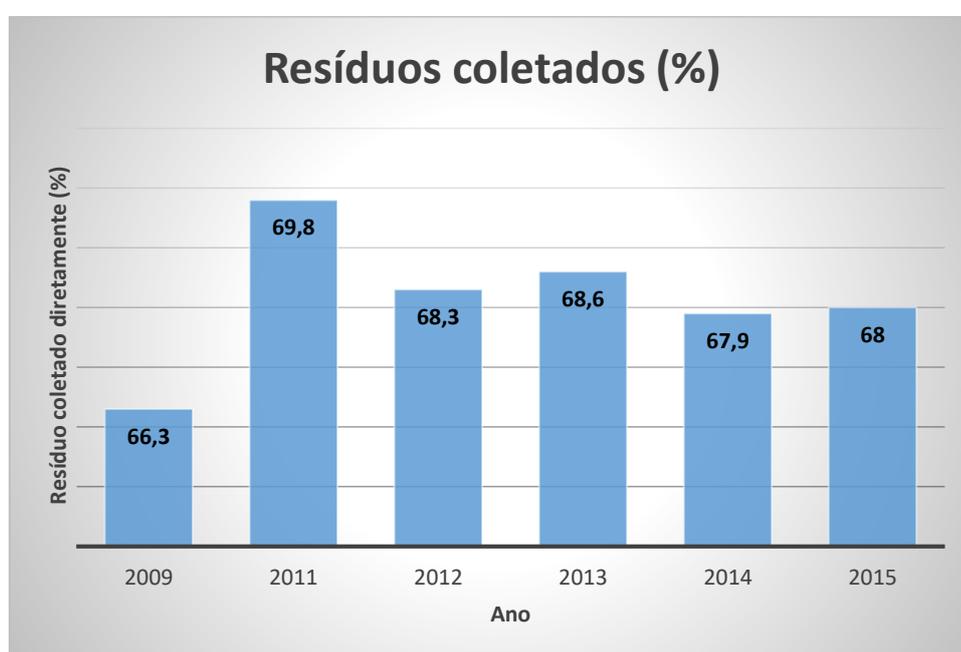
Para a formalização desses consórcios públicos no estado do Ceará, entre os anos de 2008 e 2010, a Scidades contratou o Instituto de Desenvolvimento de Consórcios. Sendo assim, foram efetivados 22 Consórcios. Outros 4 consórcios foram efetivados por determinação dos próprios municípios. Apenas 16 municípios não faziam parte de nenhum consórcio, seja por não querer aderir, por não conseguir se consorciar e, em alguns contextos, por já existir acordo bilateral estabelecido no âmbito da Região Metropolitana de Fortaleza (Ceará, 2020).

Estimativas realizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), referente ao ano de 2015, havia no estado do Ceará aproximadamente 8.904.459 habitantes, sendo que 2.591.191 residentes na capital, Fortaleza.

De acordo com dados da Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios (PNAD, 2015), foi possível verificar a situação da destinação direta dos resíduos no estado do Ceará de 2009 a 2015. Considera-se coleta direta, o destinado dado ao resíduo do domicílio particular permanente quando realizado diretamente por serviço de instituição pública ou privada (IBGE, 2013).

Através do Gráfico 8, percebe-se que de 2009 para 2011 houve um aumento de 3,5% na coleta direta, sendo o ano de 2011 com melhor resultado 69,8% dos resíduos destinados diretamente. Os anos seguintes foram valores menores, pois de 2011 para 2012 houve uma queda de 1,5%, já entre 2013 e 2014 ocorreu uma redução de 0,7%. Entre 2014 e 2015 há um leve aumento de 0,1%, tendo o ano de 2015, 68% de coleta dos resíduos realizada de forma direta (Gráfico 8).

Gráfico 8: Resíduos coletados diretamente no estado do Ceará em % no período de 2009 a 2015.



Fonte: Elaborado pela autora, dados do PNAD (2015).

Conforme já mencionado anteriormente, além da coleta é fundamental destinar esses resíduos em local adequado como aterro sanitário. Foi verificado que somente 13 municípios, o que corresponde a 7% dos municípios do Ceará, dispõem de forma adequada os seus resíduos em aterro sanitário com licença de operação válida, apesar de não terem progredido de modo a assegurar a disposição apenas de rejeitos, ou seja, material que já passou por processo de reuso, reciclagem ou recuperação energética e não pode mais retornar à cadeia produtiva (Ceará, 2021). Esse dado revela que o número de municípios que evoluíram em alguns aspectos referentes aos resíduos sólidos no estado ainda é reduzido e mesmo estes ainda precisam fortalecer ainda mais a gestão dos resíduos sólidos para que sejam destinados apenas os rejeitos.

Um estudo elaborado pela SCidades, para o ano de 2020, revelou que a situação crítica dos 93 municípios restantes é a disposição inadequada de resíduos, seja em um dos 285 lixões em operação ou em um dos 4 aterros sanitários com ausência de licença de operação válida. Além desse contexto, evidencia-se outro problema, que é o encerramento de outros 101 lixões que foram desativados, mas não recuperados. O que significa que, não recebem mais resíduos, porém continuam degradando o ambiente em volta (Ceará, 2021). Ao encerrar os lixões já se deve ter todo o planejamento: o projeto de recuperação da área e os recursos financeiros necessários, a fim de evitar as consequências de que a poluição permanecerá causando no entorno. Percebe-se que ainda é alta a quantidade de lixões existentes no Ceará.

Conforme informações presentes no Plano Estadual de Resíduos Sólidos em 2016, na maior parte dos lixões, os resíduos são queimados à céu aberto, inclusive os resíduos de serviços de saúde, não existe impermeabilização do solo a fim de evitar contaminar o lençol freático e há um gerenciamento deficiente por parte da diretoria desses locais. Tendo em vista que, no Ceará, 97% ainda tem o lixão como disposição final dos resíduos e a forma como eles operam, pede urgentemente a implantação de ações que visem a sua desativação.

Para que o fim dos lixões seja realidade e se tenha uma gestão de resíduos mais eficiente e estruturada, é preciso elaborar uma solução a longo prazo, incluindo Central de Tratamento de Resíduos, necessitando para isso de no mínimo 4 anos para implementar projeto, conseguir recursos, licenciar, empregar e realizar obras. Caso essas medidas não sejam executadas no início da gestão municipal, a possibilidade de os gestores inaugurarem suas estruturas até o final da gestão será remota (Ceará, 2021).

É possível constatar que o saneamento no Brasil tem tido evolução, porém ainda precisa de muita articulação para conseguir alcançar as metas da universalização. Alguns pontos precisam ser trabalhados a fim de superar as dificuldades enfrentadas no setor.

Araújo e Bertussi (2018), afirmaram que uma das principais causas assinaladas para a não universalização do saneamento no Brasil, até o momento atual, é a carência de recursos para investimento no setor; e que em determinados momentos como uma crise econômica, existe uma insegurança maior, pois os recursos orçamentários para o saneamento ficam ainda mais limitados. Sendo assim, surge a necessidade de determinar estruturas tarifárias objetivas que possam originar realmente recursos para investimento. É imprescindível que o setor foque na busca pela sustentabilidade econômica através do seu regime tarifário, de modo a ficar cada vez mais independente dos orçamentos estatais.

Outro enfoque que precisa ser melhor estruturado refere-se à política, visto que apesar da Política Nacional de Saneamento 11.445/2007 ter trazido maiores esclarecimentos

como os componentes, ela não foi capaz de articular uma política pública estratégica que abrangesse os três níveis de governo. Isso contribuiu para elucidar o motivo do Brasil percorrer, em sentido contrário, aos acordos internacionais e passar por um período de inflexão no setor, com dificuldades no que diz respeito ao marco regulatório, restrição paulatina de investimentos e avanços insuficientes de estabelecimento de uma política pública nacional para o saneamento (Whately; Lerer; Jardim, 2020).

Referente as metas de universalização dos serviços de abastecimento de água, coleta e tratamento de efluente prenunciado pelo Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), os dados apontam que o Brasil está mais de 30 anos atrasado. Publicado no ano de 2013, a meta do PLANSAB era atender todos os cidadãos do Brasil até 2033. Baseando-se no panorama atual da carência de acesso ao saneamento para milhões de pessoas e a ausência de políticas públicas concretas e abrangentes, é provável que o problema não seja solucionado na próxima geração (Whately; Lerer; Jardim, 2020).

2.3 Endemias e pandemias mundiais

Pandemias fazem parte da história humana desde tempos remotos. Com o decorrer dos sucessivos aparecimentos delas, o ser humano foi aos poucos tomando conhecimento sobre as causas, sobre medidas de combate e prevenção, como as vacinas desenvolvidas para vários tipos de doenças. Entretanto, apesar dos desenvolvimentos científicos, aparatos tecnológicos e avanços nos meios de comunicação da atualidade, não foram suficientes para impedir a pandemia da Covid-19. Um vírus que em pouco tempo se espalhou pelo mundo e ocasionou mudanças na forma de trabalho e de se relacionar com as pessoas. Neste caso, o isolamento foi crucial e deixou outras consequências talvez ainda imensuráveis.

As pandemias fazem parte da cronologia da história da civilização, caracterizando marcantes e terríveis flagelos para os seres humanos e para o progresso da sociedade. Desde épocas imemoráveis, antes da atual era e em tempos antigos eram denominadas de pragas e até mesmo em épocas posteriores, originadas por distintas infecções provocadas por bactérias ou vírus, com propagação através dos continentes e inúmeros países. O seu surgimento ocasionou destruição e mortes no decorrer dos séculos até os dias atuais, como a pandemia causada pelo vírus da gripe SARS-CoV-2, o coronavírus responsável pela pandemia classificada pela Organização Mundial de Saúde como COVID-19 (Gullot; Serpa, 2020).

Existem algumas definições que apontam a proliferação da doença, como surto, epidemia e pandemia. Um surto decorre do aumento localizado da incidência de casos de uma doença, enquanto que a epidemia se dá com um aumento da incidência de casos de uma doença em várias regiões, estados ou cidades, no entanto sem alcançar escalas globais. Já a diferença entre epidemia e endemia não pode ser realizada, contudo, com referência à somente na maior ou menor ocorrência de determinada doença em uma população. Se a elevada ocorrência e sua acelerada disseminação formam o principal aspecto da epidemia, para identificação de endemia a natureza quantitativa não é suficiente. O que determina o caráter endêmico de uma doença é pelo motivo de ser a mesma típica a um povo, país ou região, mas não há um aumento considerável no número de casos e a população convive com ela. Já uma doença torna-se pandemia quando atinge níveis mundiais, se propagando em vários países, resultando dessa forma, no contágio de um enorme número de pessoas. Uma pandemia pode iniciar como surto ou epidemia, isto é, surtos, pandemias e epidemias têm o mesmo princípio, o que diferencia é a proporção de disseminação da doença (Rezende, 1998; Gullot; Serpa, 2020; Instituto Butantan, [s.d.]).

Gullot e Serpa (2020), relatam os períodos de ocorrências das pandemias, distinguindo-os em dois. No primeiro período, a pandemia se apresentava, provavelmente, pela varíola, em 165 a.C., apontada como a Epidemia de Antoninus ou Peste de Galeno. Com o passar dos séculos foi no primeiro momento a peste bubônica e a cólera; a partir do início do século XX as ocasionadas pela gripe passaram a ser dominantes; e no final do mesmo século aparece a pandemia do vírus da Imunodeficiência Humana (HIV).

As epidemias surgem de tempos em tempos e por diferentes causas. As mesmas têm matado milhares de pessoas ao longo dos séculos. Nos dias atuais, com o avanço do conhecimento e dos estudos realizados por pessoas, quando surgiam as doenças, foi possível descobrir a existência de microrganismos, como bactérias e vírus, o meio de contágio e medidas de prevenção.

Apesar disso, a primeira reação do ser humano em uma situação de pandemia é de muito medo, porém alguns conseguiram, mesmo com receio do desconhecido e de adquirir a enfermidade, observar e seguir com as pesquisas para possibilitar as descobertas. O outro comportamento é de mesmo com a calamidade procurar a causa. Para os povos antigos e mesmo contemporâneos existe a culpa coexistente, de forma que a epidemia é sempre considerada um castigo (Ledermann, 2003).

No atual milênio a mais recente pandemia foi a ocasionada pelo vírus SARS-CoV-2, no ano de 2019. No Quadro 1, estão presentes algumas informações das principais pandemias que assolaram a humanidade (Quadro 1).

Quadro 1: Principais pandemias da História que atingiram a Humanidade.

Epidemias	Período	Mortos	Causa	Localização
Peste Antonino ou Praga de Galeno	165-180	5 milhões	Desconhecido Varíola ou sarampo?	Ásia Menor, Egito, Grécia e Itália
Peste Justiniana	541-542	25 milhões 45 milhões	Peste bubônica	Império Bizantino (Constantinopla). A Europa e o Mediterrâneo
Morte Negra	1346-1353	75-200 milhões	Peste bubônica	Europa, Ásia, África
Origem da pandemia de cólera: Índia	1825-1860	1 milhão	Cólera	Índia (origem) Ásia, Europa, América do Norte, América do Sul e África
Gripe Russa	1889-1890	> 1 milhão	Influenza A H3N8	Campeonato do Mundo (em 4 meses)
Cólera	1910-1911 (1923 ainda na Índia)	800 000	Cólera	Médio Oriente. Norte de África, Europa Oriental e Índia
Gripe espanhola 1, a grande pandemia do século XX	1918-1920	50-100 milhões	Influenza A H1N1	Campeonato do Mundo
Influenza asiática de origem aviária	197-198	1,2 a 2 milhões	Influenza A H2N2	China, Singapura, Hong Kong, EUA.
Gripe de Hong Kong Terceira grande epidemia do século XX	1968	1 milhão	Influenza A H3N2 Derivado de H2N2	Hong Kong (15%), Singapura, Vietname, Filipinas, Índia, Austrália, EUA.
VIH/SIDA	Pico em 2005-2012	6 milhões (desde 1981)	Vírus de Deficiência	Campeonato do Mundo

Foi descoberto em África. República do Congo 1968.		Hoje 31-35 milhões os vírus coexistem	Imunológica Humana	
COVID-19	2019-2020	Em desenvolvimento	Coronavírus SARS-COVID-2	Mundo. Descoberto na China (Dezembro de 2019)

Fonte: Huguet (2020), apud Gullot e Serpa (2020).

Lerdermann (2003) afirma que a imunização surge devido à observação de pessoas inteligentes que, em meio à pandemia perceberam que algumas pessoas, que apesar de ter adquirido a doença, não morriam e não voltavam a adoecer. Com o surgimento da vacinação, as medidas sanitárias se encerram, pois, a vacina reduz a proliferação da enfermidade.

Ainda que muitas descobertas tenham auxiliado o ser humano a lidar melhor com enfrentamento das pandemias, tendo como exemplo o isolamento das pessoas doentes, medidas sanitárias como lavar as mãos, até mesmo com a produção de vacinas ficam lacunas referentes às pandemias. Surgem, então, as seguintes perguntas: qual a origem e quais os motivos de tais doenças existirem?

A respeito disso Lerdermann (2003, p. 16), esclarece que:

Um problema permanece por resolver: como surgem as pandemias? Não havia sífilis na Europa antes do século XV, pelo menos não a uma escala maciça: a América foi culpada. Não havia SIDA antes de 1981: o Haiti foi culpado. Não havia cólera antes de 1830: a Índia foi culpabilizada. Mas na Índia, de acordo com registros britânicos muito sérios, “nunca tinha existido tal doença”. Justo quando era dogma que apenas o sorotipo O 1 de *Vibrio Cholerae* causou a doença, um sorotipo inteiramente novo, 0139, surgiu agora em Bengala, ameaçando causar uma nova pandemia. Por isso.... Estão a aparecer novas bactérias ou estão as antigas a ser modificadas, e está o castigo divino a regressar?

Independente da origem das pandemias, colocar a culpa ou responsabilidade em um país ou outro não resolve o problema, o importante é desenvolver pesquisas para descobrir mecanismos e medidas capazes de fornecer respostas rápidas e eficazes contra a proliferação das doenças com potencial de tornar-se epidemias e pandemias.

A análise e interpretação das maiores pandemias da história desde séculos passados, juntamente com a atual aflição causada pela COVID-19, deixou uma lição para a mudança de comportamento por parte dos seres humanos, a fim de evitar que assim como a outra era, fiquem apenas dinossauros e microrganismos novos, mais severos e destrutivos (Senhoras, 2020).

2.3.1 Arboviroses predominantes no Mundo, Ceará e suas consequências socioambientais

As arboviroses são viroses em desenvolvimento por natureza. De modo algum são provenientes de causar doenças em humanos, no entanto, isso vem a ocorrer quando há alteração ecológica relevante, causando modificação do seu habitat natural e acarreta a mudanças de reservatórios, vetor ou ainda virulência (Silva; Angerami, 2008).

A expressão arbovirose foi criada na década de 1930, quando variados vírus foram isolados em artrópodes, o que explica a origem do nome arbovírus (*Arthropod-borne vírus*, vírus carreados por artrópodes), ocorre em insetos e podem ser transmitidos aos seres humanos e outros animais através da picada de artrópodes hematófagos, como mosquitos, carrapatos e pulgas. Esses vírus compartilham uma característica que é o fato do seu ciclo normalmente abranger um hospedeiro animal, ave ou mamífero, e um vetor artrópode, que em alguns casos pode ter mais de um hospedeiro ou transmissor (Brasil, 2022; Silva; Angerami, 2008).

A maioria dos arbovírus fazem parte dos gêneros *Alphavirus* (família *Togaviridae*) e *Flavivirus* (família *Flaviviridae*). Existem ainda outros que ameaçam a saúde do ser humano, os quais pertencem às famílias *Bunyaviridae*, *Reoviridae* e *Rhabdoviridae* (Weaver; Reisen, 2010). Os *Flaviridae* são uma enorme família de patógenos virais que causam doenças graves e com alto percentual de mortalidade em seres humanos e animais. São transmitidos, sobretudo, por artrópodes (Mukhopadhyay; Kuhn; Rossmann, 2005).

A doença arboviral no ser humano normalmente é proveniente de infecções por transbordamento de ciclos enzoótico, e os humanos normalmente são hospedeiros sem saída. No entanto, alguns arbovírus passam por transmissão urbana, tendo o ser humano como hospedeiro, ampliando sua difusão através do desenvolvimento de viremias proeminentes. Os arbovírus também podem ser transmitidos através do sangue do paciente com o vírus, esse fato requer atenção e cuidado com o banco de sangue em regiões endêmicas (CLETON, et al., 2012; COFFEY, et al., 2013).

Estima-se que existam 545 espécies de arbovírus, mais de 150 estão comprovados como causadores de doenças nos seres humanos, sendo a maioria zoonótica (Cleton, 2013). O que favorece a sobrevivência e sucesso de disseminação no Brasil de endemias por arbovírus são as características climáticas e diversidade de plantas e animais, bastante propícia a replicação de zoonoses, provenientes dos vírus propagado pelos artrópodes.

Figueiredo (2000) explica que o Brasil é um país extenso (8.512.000 Km²), possui uma área hegemonicamente tropical com grandes áreas de floresta na região amazônica, assim

como remanescentes de floresta pluvial nas costas leste, sudeste e sul. Dispõe também de uma extensa região pantanosa (Pantanal) no Centro-Oeste, uma região de cerrado (Cerrado) na área do planalto central e uma região seca (Caatinga) no Nordeste.

As arboviroses de maior circulação e relevância epidemiológica no Brasil são: Dengue (DENV) e Zika (ZIKV) dos gêneros Flavivírus, Chikungunya (CHIKV) e Mayaro (MAYV) dos gêneros Alphavirus, Oropouche (VORO), do gênero Orthobunyavirus e ainda o vírus da febre amarela (FA) do gênero Flavivírus (Silva; Angerami, 2008; Donalísio; Freitas; Zuben, 2017; Campos, et al., 2018).

No Ceará, as arboviroses predominantes são: dengue, chikungunya e zica. De acordo com Cavalcanti et al. (2018), nos últimos 30 anos a dengue figurou endêmica, sendo identificada como epidemias em pelo menos 14 anos dessa série (1987, 1994, 2001, 2003, 2005, 2006, 2007, 2008, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 e 2016), todos com ocorrência superior a 300 casos/100.000 habitantes. Desde 2015 ocorreu a introdução dos vírus Chikungunya e Zika, além do Ceará exibir um contexto distinto de tripla epidemia com a cocirculação autóctone dos três vírus: Dengue, Chikungunya e Zika. É preciso estudar os fatores que favorecem a proliferação dos arbovírus e as medidas eficazes que possam reduzir ou erradicá-los do país.

Mendonça, Veiga e Souza e Dutra (2009), retratam a existência de variados aspectos que podem estar relacionados à propagação das doenças causadas por arboviroses, entre elas as de maiores evidências são as mudanças climáticas, alteração das paisagens e ecossistemas, instituição de novos padrões e modos de vida da população, expansão e concentração demográfica, deficiência dos serviços de saúde pública e ainda fatores inerentes aos vírus e bactérias, como a mutação e virulência. Sendo assim, “os arbovírus são uma causa de preocupação para a saúde pública, com impactos clínicos, econômicos e sociais, sendo seu controle um desafio, principalmente no Brasil.” (Patriota, 2019, p. 26).

2.3.2 Dengue, Chikungunya e Zika

As arboviroses transmitidas pelo mosquito *Aedes aegypti* representam um dos grandes desafios na esfera da saúde pública global. A dengue é a arbovirose urbana de destaque nas Américas, e dispõe como agente etiológico o vírus dengue (DENV), que apresenta 4 sorotipos (Brasil, 2022b).

O vírus da Dengue (Figura 5) faz parte do gênero *Flavivirus*, família *flaviridae*. Existe um agrupamento de mais de 68 microrganismos patogênicos devido a sua associação

filogenética. São vírus cuja composição do genoma é constituída por ácido ribonucleico (RNA) de cadeia simples e que se reproduzem em células de vertebrados e insetos transmissores. A doença é proveniente de macacos (Abe; Marques; Costa, 2012; Silva; Angerami, 2008).

Figura 5: Imagem computadorizada do vírus da Dengue.

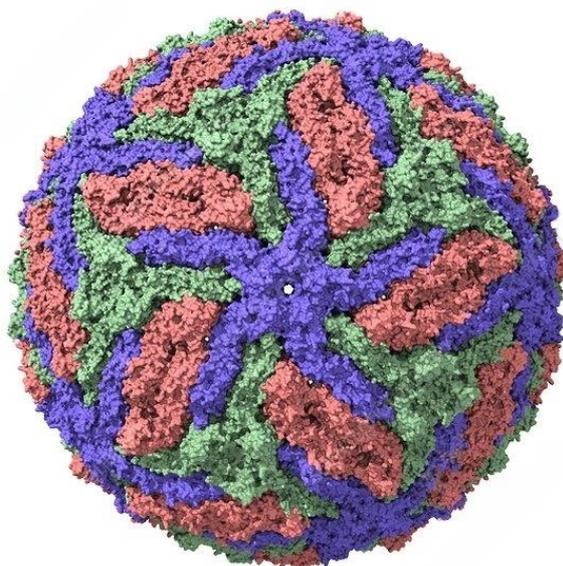


Imagem: PADILLA-SANCHEZ/ SCIENCEPHOTOLIBRARY, [s.d].

Características da dengue são descritas no site da Fundação Oswaldo Cruz (2022, p. 1):

A dengue é uma doença viral transmitida pelo mosquito *Aedes aegypti*. A infecção por dengue pode ser assintomática, leve ou causar doença grave, levando à morte. Normalmente, a primeira manifestação da dengue é a febre alta (39° a 40°C), de início abrupto, que geralmente dura de 2 a 7 dias, acompanhada de dor de cabeça, dores no corpo e articulações, prostração, fraqueza, dor atrás dos olhos, erupção e coceira na pele. Perda de peso, náuseas e vômitos são comuns. Na fase febril inicial da doença pode ser difícil diferenciá-la. A forma grave da doença inclui dor abdominal intensa e contínua, vômitos persistentes, sangramento de mucosas, entre outros sintomas.

Apesar da transmissão do vírus da dengue ocorrer principalmente pela picada da fêmea do mosquito *Aedes aegypti*, existem descrições de transmissão vertical (gestante-bebê) e através de transferência sanguínea (Fundação Oswaldo Cruz, 2022). Trazendo um pouco da

descoberta e disseminação da doença é possível entender os estágios pelo qual passou a dengue, vindo a se tornar um grande problema no mundo e no Brasil.

Os patógenos da febre amarela e da dengue foram os primeiros microrganismos a serem classificados como vírus, nos anos de 1902 e 1907 respectivamente, especificados como agentes filtráveis e submicroscópicos. No ano de 1906, ocorreram as primeiras provas referentes ao ciclo de transmissão da dengue, a respeito da hipótese divulgada de Bancroft de que o *Aedes aegypti* seria o agente causador da doença e que foi confirmada por Agramonte e outros estudiosos (Martinez-Torres, 1990). Sendo assim, o vírus dengue possui 4 sorotipos, DENV-1, DENV-2, DENV-3 E DENV-4, sendo transmitido pelo mosquito *Aedes aegypti*. A ocorrência de mais de um sorotipo, DENV-1 E DENV-2 se deu aproximadamente no ano de 1940, já o DENV-3 e DENV-4 foram originalmente isolados no período de epidemias nas Filipinas, em 1956 (Alen, 2012).

A existência da Dengue no Brasil ocorre possivelmente desde o Período Colonial. É uma doença de origem africana; foi inserida do mesmo modo da febre amarela, através dos navios que traziam os escravos africanos para o comércio de mão de obra, tendo em vista que o *A. aegypti* (Figura 6) é o agente transmissor das duas doenças. Porém, na década de 1950 não ocorreu registros de casos de dengue, pois o *A. aegypti* foi erradicado. Infelizmente a existência do *A. aegypti* continuou causando epidemias em outros países da América, como Caribe, América Central e do norte da América do sul. Dessa forma, ocorreu nova infestação da dengue no Brasil no início da década de 1970, mas é no ano de 1981 que ocorre epidemia dos sorotipos 1 e 4 em Roraima. Tudo indica que o vírus tenha vindo da Venezuela, mas somente em 1986 ocorreram surtos da dengue em diversas unidades federativas do Brasil (Silva; Angerami, 2008).

Figura 6: Mosquito *Aedes Aegypti*, vetor da Dengue, Chikungunya e Zika.



Imagem: Muhammad Mahdi Karim (2020).

Após a reintrodução do *Aedes Aegypti*, alguns fatores estão relacionados a sucessivas epidemias de Dengue, são eles: a inserção de novos sorotipos e, provavelmente, genótipos, mudanças climáticas (aumento das médias de temperatura e medida da precipitação), déficit dos sistemas de saneamento básico e abastecimento de água, níveis socioeconômico e cultural limitados. A alta densidade populacional urbana, resíduos que demoram a se degradar e seus descartes incorretos, incluindo pneus, aliado aos obstáculos enfrentados pelos agentes de saúde na fiscalização das residências, para verificar a existência de criadouros de mosquito e sua eliminação, são variáveis que dificultam o combate ao mosquito *Aedes Aegypti*. Há ainda um outro agravante advindo da globalização: a possibilidade do aumento de pessoas e frequências de viagens tanto por via marítima como aérea, acarretando no transporte, entre os países, de larvas do agente transmissor e de doentes no ciclo da viremia (Silva; Angerami, 2008; Tauil, 2015).

Pesquisa da Organização Pan-Americana da Saúde/Organização Mundial da Saúde (OPAS/OMS, 2023), explica que das arboviroses, a Dengue é a responsável pela maior incidência de casos na área das Américas, com a ocorrência de epidemias a cada 3 a 5 anos. No ano de 2019 foi registrado o maior número de casos de Dengue já apontados na Região, sendo mais de 3,1 milhões de casos, compreendendo 28.203 casos graves e 1.773 óbitos. Dados mais recentes mostram que nas Américas, no ano de 2022 até a Semana Epidemiológica (SE) 52

foram (3.110.442 casos), caracterizando um aumento de 118% se comparado ao mesmo período em 2021 (1.425.221 casos) (OPAS/OMS, 2023).

Com relação aos números de casos de dengue no Brasil, segundo informações da Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde foram registrados, em 2022 até a semana epidemiológica 52 (2/1/2022 a 31/12/2023), 1.450.270 casos suspeitos de dengue, 1.473 casos de dengue hemorrágica confirmados e a ocorrência de 1.016 óbitos por dengue (Brasil, 2023).

Dados mais recentes da Secretaria de Saúde do Ceará, em 2023 apontam que até a SE 15 houve 10.864 casos prováveis de dengue, 2.653 confirmados, 18 casos de dengue hemorrágica e 24 óbitos no estado do Ceará (Ceará, 2023).

Conforme se percebe através dos boletins epidemiológicos, os casos de dengue no Brasil no ano de 2022 superaram a marca de mais de 1.000 casos, um resultado que exige soluções mais eficientes contra essa doença. Nesse sentido, algumas pesquisas estão sendo desenvolvidas a fim de mitigar os efeitos da dengue.

Uma delas é o estudo desenvolvido por pesquisadores brasileiros que tem como objetivo identificar as áreas suscetíveis a infestação por *Aedes aegypti*, através de imagens aéreas de caixas d'água sobre telhados ou lajes e piscinas em locais abertos. Esse mapeamento é realizado com a ajuda de inteligência artificial. Os pesquisadores, com o tempo, pretendem criar um modelo para combater a dengue, a chikungunya e a zika (Ruprecht, 2022).

Outra solução, consoante ao site do Jornal da Universidade de São Paulo-USP, publicada por Lemos (2023), comunica que a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) aprovou uma nova vacina para prevenir a dengue. Ela é produzida pelo laboratório japonês Takeda, e é constituída por 4 distintos sorotipos do vírus da dengue. O jornal informa ainda que, desde 2009, o Instituto Butantan também tem desenvolvido uma vacina contra a dengue, a qual terá ampla eficácia.

A Chikungunya é originada pelo vírus da Chikungunya (CHIKV) (Figura 7), um arbovírus artritogênico, que possui genoma de RNA de fita simples, da família *Togaviridae* e gênero *Alphavirus*, extensamente propagado no Brasil. A doença viral permanece por até 10 dias após o aparecimento dos sintomas da doença. A transmissão ocorre através da picada de fêmeas dos mosquitos *Ae. Aegypti* e *Ae. Albopictus* contaminado pelo CHIKV. Caso a gestante esteja com o vírus, pode ocorrer a transmissão vertical no momento do parto, resultando provavelmente numa infecção neonatal grave. Pode ocorrer transmissão também por meio da transfusão sanguínea, porém é mais raro (Brasil, 2015; Brasil, 2022b).

Figura 7: Imagem microscópica do vírus Chikungunya.

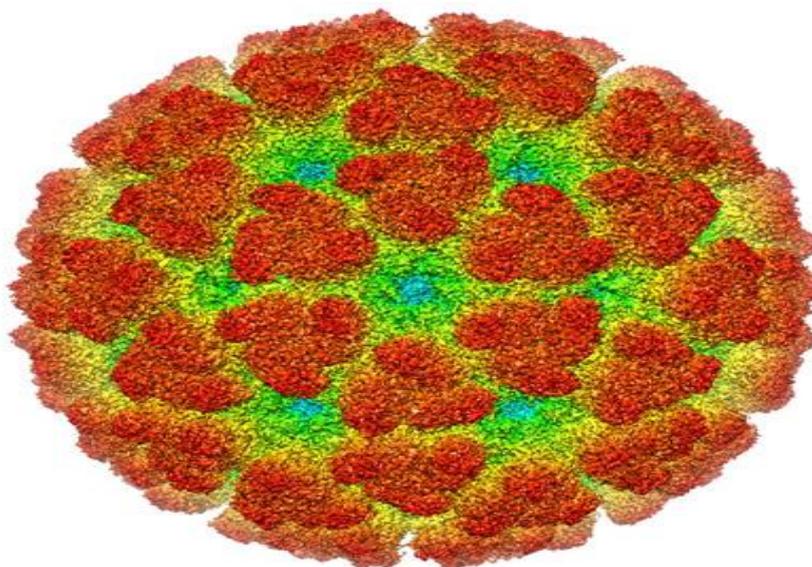


Imagem: Agência Fiocruz.

A chikungunya é identificada pela presença de febre relacionada a fortes dores debilitantes e nas articulações, náusea, dores de cabeça e nos músculos. Embora seus sintomas sejam parecidos com os da dengue, a intensa dor nas articulações, principalmente punhos, tornozelos e cotovelos as diferenciam. Depois da fase inicial, a doença pode avançar em dois estágios consecutivos: fase aguda e crônica. Apesar da doença normalmente não apresentar quadros mais graves como choque e hemorragias como na dengue, manifestações neurológicas como: encefalite, neningoencefalite, mielite, síndrome de Guillain Barré e miocardite, podem tornar o caso mais grave, principalmente em crianças e idosos (Brasil, 2015; Donalísio; Freitas, 2015; Powers; Logue, 2007).

O nome Chikungunya origina-se de uma palavra em Makonde, língua falada por uma comunidade que habita no sudeste da Tanzânia e norte de Moçambique. Significa “*aqueles que se dobram*”, devido à característica da doença que deixa a pessoa encurvada por causa da artralgia típica (Brasil, 2015).

Epidemias de Chikungunya foram apontadas desde 1779, porém foram registradas de forma incorreta como surtos de dengue. Entretanto, o vírus CHIKV veio a ser descrito pela primeira vez no ano de 1950, na Tanzânia, em consequência da ocorrência de um surto, de início atribuído ao vírus da dengue. Após às primeiras descobertas, percebeu-se que a transmissão se dá através de duas categorias: um silvestre e um periurbano, na África (*Aedes*

ssp) e o outro no urbano, na Ásia (*A. aegypti*). Além disso, três genótipos distintos circulando em regiões do mundo (África Central, Sul e Leste-ECSA, África Ocidental-WA e Ásia) foram registrados (Carey, 1971; Donalisio; Freitas, 2015).

Morrison (2014), relata que depois de imensos surtos ocorridos no Sri Lanka e em diversos países do Sudeste Asiático, tenha sido essa epidemia a responsável pela entrada do CHIKV em muitos países como a Itália, França, Nova Caledônia, Papua Nova Guiné, Butão e Iêmen. No ano de 2013 a OMS divulgou a primeira transmissão local do Chikungunya no hemisfério ocidental, na ilha caribenha de Saint Martin. Até meados de 2014, ele já havia provocado doença em mais de 20 países do Caribe e América Central e do Sul. Houve relato de infecção por CHIKV no Estados Unidos. Dessa forma, em menos de 10 anos, o Chikungunya se disseminou da costa do Quênia para as regiões do Oceano Índico, Pacífico e Caribe (Morrison, 2014).

O alcance do contágio nas Américas foi apontado pela OPAS em dezembro de 2013, por meio de um alerta epidemiológico. No Brasil, os primeiros casos autóctones foram apontados em Oiapoque, estado do Amapá e Feira de Santana, no estado da Bahia, em setembro de 2014. Evidências sugerem ter ocorrido duas introduções virais distintas na Américas, tendo em vista que o genótipo do vírus que foi isolado no Oiapoque e no Caribe é diferente do que o examinado na Bahia. Esse fato foi confirmado através da verificação genética dos vírus, em que foram identificadas duas linhagens: a asiática, detectada no Oiapoque e a linhagem Eastern, Central and Southern Africa (ECSA), verificada em Feira de Santana (Donalisio; Freitas, 2015; Silva, et al., 2018).

Alguns fatores relacionados a ocorrências de epidemias de chikungunya no Brasil são: elevada densidade dos mosquitos transmissores, a existência de pessoas vulneráveis e o intenso fluxo de indivíduos em regiões endêmicas (Brasil, 2015). Além disso, mutações na proteína E1 do envelope no vírus permitiu uma nova adaptação a um novo transmissor, o *Aedes albopictus*, resultando no aumento da gravidade e letalidade da doença (Donalisio; Freitas, 2015).

A ocorrência de Chikungunya nas Américas, no ano de 2022 até a semana SE 52 foi de 271.006 casos, sendo 91 óbitos em 13 países da Região das Américas. Houve um aumento da incidência da Chikungunya quando comparado ao mesmo período de 2021 que foram 137.025 casos, envolvendo 12 óbitos (OPAS/OMS, 2023).

No Brasil foram apontados, até a SE 52 de 2022, 174.517 casos suspeitos de Chikungunya, com uma taxa de incidência de 81,8 casos por 100 mil hab. Comparando o mesmo período com o ano de 2019, ocorreu um aumento de 32,4%. No entanto, se comparado

ao mesmo período do ano de 2021, o aumento foi de 78,9%. Esse resultado se configura um agravamento da disseminação da doença no país. Por outro lado, ocorreram 91 óbitos por Chikungunya no Brasil, de modo que o estado do Ceará retém 41,5%, o equivalente a aproximadamente 39 óbitos em 2022 (Brasil, 2023).

No que se refere à situação da Chikungunya no Ceará, no ano de 2023, foram catalogados 3.003 casos prováveis, sendo 457 confirmados. Até a SE 15 ocorreram 12 óbitos prováveis no Ceará, porém 11 descartados e 1 estava em investigação (Ceará, 2023).

Atualmente diversos pesquisadores estão realizando estudos relacionados a Chikungunya. De acordo com o site Portal do Butantan em 2022, a vacina contra a Chikungunya (VLA 1553) já se encontra em testes finais e tem mostrado resultados satisfatórios, tendo um alcance da imunidade até seis meses e os primeiros testes ocorreram a produção de anticorpos em 100%, permanecendo após um ano. Ela está sendo desenvolvida através de uma parceria entre o Instituto Butantan e uma empresa franco-austríaca Valneva. O objetivo do Butantan é produzir a vacina contra a Chikungunya no Brasil e para países da América Latina, Ásia e África.

Há outras pesquisas também referentes às prováveis complicações deixadas a longo prazo pela Chikungunya, como dor crônica, distúrbios neurológicos e outras sequelas. Outro exemplo de estudo que pode ser citado é o relativo ao desenvolvimento de novas ferramentas de diagnóstico e tratamento para a infecção por Chikungunya, como o desenvolvido por Islam, et al. (2020), que produziram um experimento de diagnóstico que é econômico e capaz de detectar, de forma rápida e concomitantemente, sorotipos dos vírus da Dengue e Chikungunya, através da amostra de sangue do paciente. Esse novo método pode ser usado para o monitoramento epidemiológico de Dengue e Chikungunya em países epidêmicos e endêmicos.

O vírus Zika (ZIKV) é um *flavivírus*, da família *Flaviviridae*, composto por RNA de fita simples e a sua transmissão ocorre principalmente através da picada do mosquito *Aedes aegypti*; além do hospedeiro intermediário, abrange também transfusão sanguínea, transplante de órgãos e relação sexual (BRASIL, 2022b). Os sintomas da doença causada pelo vírus Zika são a presença de febre, mialgia, manchas vermelhas pelo corpo, dor de cabeça e coceira (Fauci; Morens, 2016).

O vírus da Zika (Figura 8) foi detectado primeiramente em macacos da floresta Zika, na Uganda, no ano de 1947. Porém a epidemia, em seres humanos, veio a ser descrita primeiramente na Micronésia, em 2007, Polinésia Francesa e Pacífico, em 2013 e 2014. O Zika então se disseminou para outras ilhas do Pacífico e para a América do Sul, sendo identificado pela primeira vez no ano de 2015 no nordeste do Brasil. Em abril de 2015, o vírus já se

dispersava pelos estados da Bahia e Rio Grande do Norte. No final de 2015, foram registrados casos da Zika nas 5 regiões do Brasil e o Ministério da Saúde avaliou números entre 500 mil e 1,5 milhão de pessoas que contraíram a doença (Lesser; Kitron, 2016; Musso; Nilles; Cao-Lormeau, 2014).

Figura 8: Imagem do vírus da Zika.

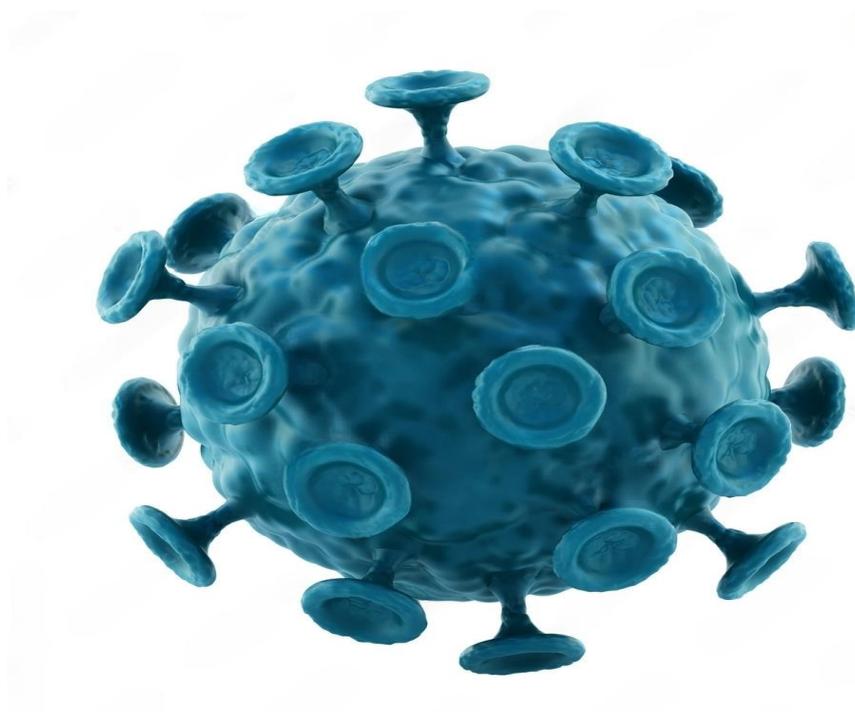


Imagem: Stock Adobe

Através de análises filogenéticas constatou-se que a cepa que surgiu no Brasil está relacionada à linhagem asiática e é próxima da que foi isolada através de amostras coletadas na Polinésia Francesa e que se dispersou pelas ilhas do Pacífico (Zancula *et al.*, 2015). Do Brasil, o vírus disseminou para outras regiões das Américas, com relevantes ocorrências de surtos na América Central, Caribe e região andina. Apesar dos sintomas clínicos da Zika, geralmente serem brandos e autolimitativos, com o surto de 2015 ocorreu um aumento no número de uma doença neurológica preocupante, a síndrome de Guillain-Barré. Esse fato leva especialistas a acreditar que o vírus ZIKV estaria associado à ocorrência de Guillain-Barré. Um outro problema sério, também relacionado à Zika, foi o aumento de incidência de casos de microcefalia em recém-nascidos na região nordeste, pressupondo-se que as mães poderiam estar infectadas com o vírus (Lesser; Kitron, 2016).

Após pesquisas realizadas com o vírus ZIKV e a ocorrência da síndrome de Guillain-Barré e microcefalia em recém-nascidos, pesquisadores conseguiram provar que eles realmente estão correlacionados.

Segundo Musso e Gubler (2016), os aspectos que influenciam nas epidemias da Zika estão atrelados à eficiência do vírus de ser disseminado de forma eficaz em locais infestados por *Aedes*, viabilizando a propagação entre regiões através da mobilidade e viagens das pessoas. No entanto, não se pode considerar que o problema dos surtos de Zika e outras arboviroses seja pontual, com um único alvo a ser atingido que seria o de combate ao mosquito *Aedes*. Os diversos fatores que estão envolvidos, são mais complexos e diversificados.

Nunes e Pimenta (2016, p. 34), no que concerne aos aspectos de prevenção da Zika, esclarecem que:

No entanto, a atual situação é o resultado de decisões (e omissões) políticas – nomeadamente graves falhas na prevenção, dependentes de muitos aspectos que extrapolam o setor da saúde. Em particular, merecem destaque aspectos macroestruturais, socioeconômicos e ambientais, historicamente ignorados em prol de intervenções meramente biomédicas ou tecnológicas. Existe o risco de que a atenção dada à Zika contribua para fazer esquecer uma vez mais a gravidade desse problema social, econômico e político, de médio e longo prazos, ao focar somente nos seus sintomas em detrimento de suas causas mais profundas.

Dessa forma, se faz necessário uma articulação entre diferentes áreas, que possibilitem distintas soluções, tendo em vista que as variáveis são de ordens sociais, econômicas, estruturais, ambientais, entre outras.

Dados da Organização Pan-Americana da Saúde/Organização Mundial da Saúde (OPAS/OMS, 2023), informaram que no ano de 2022, entre as Semanas Epidemiológicas (SE) 1 e SE 2, foram registrados 36.340 casos de Zika em 15 dos países e territórios da Região das Américas, sendo 2 óbitos registrados no Brasil. Esses números são mais elevados aos verificados no mesmo período de 2021, que foi 21.045 casos, com 5 óbitos.

Relativo ao número de casos de Zika no Brasil, da SE 1 a 48 (2/01/2022 a 3/12/2022) verificou-se 9.202 casos suspeitos, o equivalente a uma taxa de incidência de 4,3 casos por 100 mil habitantes no país. Referente ao ano de 2019, as informações apresentam uma redução de 8,7% no total de casos do país. Comparando com o ano de 2021, constata-se um aumento de 42% no número de casos. Foi registrado também um óbito por Zika no estado de Goiás (Brasil, 2023).

No Ceará, o Sinan cadastrou 53 casos prováveis de Zika, sendo 69,8% descartados, sem nenhuma confirmação até a SE 15. Dos que foram notificados, dois casos são em mulheres grávidas (Ceará, 2023).

Existem algumas pesquisas sendo desenvolvidas a respeito da Zika, a fim de compreender melhor a doença, transmissão, fatores relacionados a disseminação da doença, inclusive relacionado ao saneamento básico.

A revista Galileu em sua reportagem sobre saúde, trouxe um estudo que mostra o motivo de 2015 e 2016, período de maior surto da Zika no Brasil, ter tido o maior número de casos na região Centro-Oeste. Entretanto, relacionado à microcefalia pelo patógeno a maior incidência foi no Nordeste. Dessa forma, através de estudos, pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro e do Instituto D'or, descobriram a presença de uma bactéria, a qual libera uma toxina. De acordo com os testes, a saxitoxina (STX), liberada pela bactéria em combinação com o vírus Zika, potencializa a destruição das células do cérebro, resultando no aumento dos casos de microcefalia. A STX poderia ser eliminada através do saneamento básico e tratamento da água dos reservatórios.

Existem pesquisas também baseadas na modificação genética do mosquito, uma alternativa de redução da proliferação dos vírus, tanto de Zika, quanto Dengue, Chikungunya e outros que tem o mosquito como transmissor. Um artigo de revisão de autoria de Wang, et al. (2019), discutiram a respeito das tecnologias de controle genético do mosquito transmissor de doenças. Essas alternativas modificam os genes dos mosquitos com a finalidade de diminuir ou modificar a população. Eles debatem métodos desde a introdução de uma bactéria, a Wolbachia, no *Aedes aegypti*, além de técnicas transgênicas.

A modificação genética é uma alternativa, mas conforme mostrado através de estudos, para uma solução efetiva do problema com as arboviroses, não se pode focar apenas no combate ao mosquito, mas considerar possibilidades que englobem diversos aspectos como, social, econômico, ambiental, políticos, estruturais, saneamento, entre outros.

3 PROCEDIMENTOS TÉCNICOS E ETAPAS METODOLÓGICAS DA PESQUISA

A análise das correlações das arboviroses com o saneamento básico e áreas de risco, no município do Crato no estado do Ceará, irá permitir verificar quais variáveis relacionadas ao saneamento básico estão mais fortemente influenciando nas ocorrências das arboviroses que se dispõem nas áreas mais úmidas. Além disso, a avaliação das condições geoambientais e socioeconômicas do Crato, e o entorno da região, possibilitará a elaboração de um diagnóstico integrado para um desenvolvimento sustentável local. A partir dessas verificações, será possível elaborar propostas que possam reduzir os números de casos e óbitos, decorrentes da Dengue e Chikungunya.

A pesquisa científica é composta por etapas sistematizadas com a finalidade de alcançar os objetivos traçados. Sendo assim, foi importante o estudo do estado da arte relacionado à temática/problemática para apresentar elementos que possam contribuir para a identificação e clarificação do problema de pesquisa e da investigação dos resultados. Foi necessário também traçar os procedimentos técnico-metodológicos, os quais mostram de que forma foram realizadas as etapas da investigação. Nesse sentido, as etapas e atividades metodológicas perpassaram pela coleta e análise dos dados, o diagnóstico socioambiental integrado do município e a elaboração de proposições de medidas para a solução ou mitigação dos problemas evidenciados. As etapas e atividades metodológicas elegidas para o estudo em tela são apresentadas a seguir.

3.1 Etapas e atividades metodológicas

A presente pesquisa utiliza como abordagem metodológica os fundamentos da Geoecologia das Paisagens para investigar a interação sociedade e natureza e, assim, analisar de que forma ela influencia nos aspectos ambientais, sociais e econômicos. O percurso técnico e metodológico baseou-se na proposta de Rodriguez e Silva (2018), que aponta as fases para a constituição do planejamento e gestão ambiental. Nesse sentido, foram adotadas para a pesquisa as seguintes fases: organização e inventário, análise, diagnóstico e prognóstico presentes no Quadro 2.

Quadro 2: Síntese das fases de Planejamento e Gestão Ambiental adotadas na pesquisa.

FASES DE PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL	ATIVIDADES CONCERNENTES
ORGANIZAÇÃO E INVENTÁRIO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Levantamento das condições naturais. ▪ Levantamento das condições socioeconômicas. ▪ Inventário de casos de arboviroses. ▪ Inventário das variáveis do saneamento básico.
ANÁLISE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Análise das condições ambientais. ▪ Análise das condições socioeconômicas. ▪ Análise espacial da infraestrutura e serviços de saneamento básico. ▪ Análise da correlação entre arboviroses, saneamento básico e áreas de risco.
DIAGNÓSTICO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diagnóstico das condições socioambientais. ▪ Diagnóstico das ocorrências de arboviroses. ▪ Diagnóstico dos aspectos de saneamento básico e áreas de risco.
PROGNÓSTICO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Revelar o estado socioambiental correlacionando meio ambiente e arboviroses. ▪ Apontar medidas de gestão para reduzir casos de arboviroses. ▪ Propor elementos para construção de modelos de planejamento e gestão ambiental.

Fonte: Adaptado de Rodriguez e Silva (2018).

As etapas e atividades metodológicas utilizadas para o desenvolvimento da presente pesquisa são descritas a seguir.

3.1.1 Fase de Organização e Inventário

A fase de organização e inventário teve a finalidade de organizar e realizar o levantamento dos aspectos e conteúdo que contribuíram com a proposta da pesquisa, de modo que nessa etapa foi realizada um levantamento bibliográfico à respeito dos temas pertinentes ao estudo. Sendo esses, um breve levantamento dos aspectos histórico-geográficos e conceituais do saneamento, um panorama da atual situação do saneamento no Brasil e Ceará, as principais pandemias mundiais, endemias e ainda a descrição das arboviroses Dengue, Chikungunya e

Zika. Para explicar a situação do saneamento no Brasil e Ceará foram produzidas tabelas e gráficos no programa Excel. Com as informações originadas nessa etapa metodológica foi possível gerar subsídios para a fase metodológica posterior.

Para a pesquisa bibliográfica foram utilizados artigos de periódicos, dissertações, teses e livros, buscados em bases de dados como, Scielo, Portal de Periódicos da Capes, PubMed, Scopus, Elsevier e Google Acadêmico. Recorreu-se aos repositórios institucionais da Universidade Federal do Ceará (UFC) e outras instituições de ensino superior e do acervo do Laboratório de Geocologia da Paisagem e Planejamento Ambiental (LAGEPLAN), vinculado ao Departamento de Geografia da UFC.

Foi necessário realizar a coleta de dados primários e secundários com a finalidade de obter evidências para apreender os aspectos socioambientais da área e seu entorno regional. Os dados primários foram adquiridos através de observação em campo e registros fotográficos.

Os dados secundários foram obtidos através de visitas aos órgãos públicos como a Prefeitura Municipal do Crato, Sociedade Anônima de Água e Esgoto do Crato (SAAEC), Secretaria Municipal do Meio Ambiente do Crato, Secretaria Municipal de Saúde do Crato, Secretaria do Meio Ambiente do Ceará (SEMACE), Secretaria da Educação do Ceará, Companhia de Recursos Hídricos do Ceará (COGERH), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Além desses, foram adquiridos dados disponíveis nos sites da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), Sistema Nacional de Informações para o Saneamento (SNIS) e Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), para verificar a situação do saneamento no Brasil e Ceará.

Essa fase abrangeu também organização dos elementos cartográficos presentes nos órgãos responsáveis e a confecção dos mapas temáticos e das condições geoambientais do município do Crato-CE, bem como mapas dos casos das arboviroses para constituir na projeção de cenários e contribuir com o planejamento ambiental.

A construção desses mapas foi possível devido aos trabalhos de campo para adquirir dados sobre as taxas de incidências dos casos e óbitos por Dengue, Chikungunya e Zika do ano 2022. Além disso, foi coletado o percentual da população atendida por bairro com a rede de abastecimento de água e com rede coletora de esgoto, mapa da rede de distribuição de água, mapa da rede de coleta de esgoto sanitário do município e a planta da cidade do Crato. A visita ao campo permitiu também avaliar a qualidade dos bairros com maior e menor incidência das arboviroses e a realização de registros fotográficos, a fim de demonstrar os aspectos sanitários desses bairros. Os trabalhos de campo ocorreram em setembro de 2022 e março de 2023.

A fase de organização e inventário gerou fundamentos para o exame dos aspectos socioambientais e condicionantes geoambientais, assim como os casos de arboviroses e aspectos do saneamento básico, para subsidiar a etapa metodológica de análise, especificada em seguida.

3.1.2 Fase de Análise

A Fase de Análise se caracteriza como a tabulação dos dados levantados, organizados e inventariado na fase antecedente. A análise tem por finalidade verificar as propriedades sistêmicas das condições geoambientais e sua relação com a investigação das propriedades sistêmicas das condições socioeconômicas. Dessa forma, a análise geocológica teve por objetivo representar as inter-relações entre as componentes das paisagens naturais com as componentes das paisagens culturais (Rodriguez; Silva, 2018), para que possam ser levadas em consideração os dados de saneamento sobre as áreas mais rebaixadas topograficamente, o que nos leva para as unidades geoambientais que contempla às planícies fluviais e vales de rios.

Após o levantamento da pesquisa bibliográfica (fase de organização e inventário) a fim de verificar questões como aspectos históricos, geográficos e conceituais do saneamento básico e como ele foi se desenvolvendo, tanto em termos de estrutura como legislação, foi realizado também gráficos e tabelas para verificar a situação do saneamento no Brasil e Ceará. Além disso, analisou-se os seguintes levantamentos: a ocorrência das principais pandemias no mundo, as arboviroses predominantes no Ceará, a descrição dos vírus da Dengue, Chikungunya e Zika, um panorama dos casos das arboviroses na América Latina, Brasil e Ceará e, ainda, as mais recentes pesquisas realizadas a respeito dessas pandemias. Esse levantamento bibliográfico contribuiu também para estruturar os aspectos metodológicos do estudo.

Em seguida, tem-se a análise das condicionantes socioeconômicas e geoambientais realizadas a partir de dados primários e secundários, obtidos através dos órgãos públicos e do campo, que permitiu a elaboração de gráficos e tabelas, que através da estatística descritiva foi possível relacionar as condições geoambientais e socioeconômicas do município do Crato. A análise quali-quantitativa propiciou a demonstração do cenário socioeconômico, assim como a situação das condicionantes geoambientais das unidades de paisagem do Crato e seu entorno regional, que forneceram aporte para o planejamento e gestão ambiental.

Através dos trabalhos de campo foi possível analisar as paisagens naturais e culturais e ainda as condições da qualidade ambiental dos bairros com maiores e menores

ocorrências de Dengue e Chikungunya, mediante observação, registros fotográficos e da relação entre os elementos cartográficos com o contexto regional.

Para um maior embasamento da análise referente à caracterização socioambiental do município do Crato foram produzidos 5 mapas na escala de 1: 60.000. A metodologia utilizada na cartografia consistiu na coleta e elaboração de um banco de dados espaciais originados de órgãos públicos a níveis nacionais e estaduais e municipais, são eles: (CPRM, 2014), (IBGE, 2021), (IPECE, 2019), (EMBRAPA, 2019), (SEMA, 2021), SAAEC (2022) e Ambiental Crato (2022). A elaboração dos produtos cartográficos foi executada através do programa livre QGIS 3.22.9, no qual as bases cartográficas foram desenvolvidas no âmbito de Sistema de Informação Geográfica (SIG). O sistema de coordenada utilizada na construção cartográfica foi a Projeção Universal de Mercator (UTM), fuso 24S e Datum SIRGAS 2000.

Em conformidade com as técnicas e normas da cartografia, elaborou-se os referidos produtos cartográficos: mapas de localização do município do Crato, Ceará, Brasil; Geológico e Geomorfológico do município do Crato, Ceará, Brasil; Mapa de Solos do município do Crato, Ceará, Brasil; Mapa dos Tipos de Vegetação, existentes no município do Crato, Ceará, Brasil.

Os mapas de condicionantes geoambientais permitiram observar os aspectos geocológicos da área do município, viabilizando a análise das componentes ambientais do Crato, sendo eles: as características climáticas e hidrológicas, atributos geológicos e geomorfológicos, aspectos pedológicos e da vegetação. Sendo assim, pôde-se determinar as categorias das bases naturais do município, baseado na dissertação de Lima (2008).

Referente à análise das condicionantes socioeconômicas, o aporte para a sua execução foram os produtos cartográficos produzidos, considerando os seguintes aspectos: populacional, econômico, educação, saúde e ainda funcionamento e estrutura do saneamento ambiental. Através dessas variáveis foi possível entender o contexto social, econômico, político e cultural do município, bem como as condicionantes geoambientais.

A terceira etapa se refere à análise espacial, que foi realizada através da espacialização dos dados referentes à distribuição das arboviroses e o acesso ao saneamento básico, abastecimento de água e coleta de esgoto no município do Crato, do ano 2022.

A quarta etapa foi composta de análise estatística para verificar o impacto que os fatores sanitários exercem no que diz respeito às doenças. O método estatístico utilizado foi a Análise Fatorial (AF), esse procedimento estatístico verificou as correlações dos componentes do saneamento básico com as arboviroses, como Dengue e Chikungunya. As variáveis foram analisadas no ano de 2022.

As variáveis de interesse referentes ao saneamento básico são: o atendimento total de água que mensura a população atendida por bairro, sendo que quanto maior o seu valor, maior é o acesso à rede de abastecimento de água. Já a segunda variável é a porcentagem de atendimento total de esgoto por bairro atendido com água, que mostra que quanto maior seu valor, maior a cobertura de coleta do esgoto. Definição das variáveis do levantamento.

A Análise Fatorial é constituída por um conjunto de métodos estatísticos e tem como finalidade diminuir a quantidade de variáveis inicialmente estabelecidas com a mínima perda de informação. Sendo assim, a AF é utilizada para descobrir a correlação entre os fatores resultantes da interação entre o conjunto das variáveis denominado de constructos, que indica uma variável não observada, escalas, elementos, ou uma medida de qualquer categoria (VICINI, 2005).

A AF é uma técnica que é utilizada para detectar fatores pertencentes a um conjunto de grandezas elaboradas, pode ter a finalidade também de reduzir um grande número de grupos de variáveis para um grupo mais significativo caracterizado pelos fatores. Esse método estabelece quais variáveis estão ligadas a quais fatores, e a intensidade a qual cada variável descreve cada fator (Vicini, 2005).

Para medir a relação entre os números de casos de arboviroses e saneamento, será aplicada a correlação linear de Pearson. A finalidade desse método é mensurar a associação entre as variáveis através da variância compartilhada entre elas. (Figueiredo Filho; Silva Júnior, 2009; Ferreira; Silva; Figueiredo Filho, 2021). Dessa forma, o coeficiente de correlação (r) mostra essa medida. A fórmula encontra-se na equação 1 representada a seguir:

$$r = \frac{1}{n-1} \sum \left(\frac{x_i - \bar{X}}{S_x} \right) \left(\frac{y_i - \bar{Y}}{S_y} \right) \quad (1)$$

O r assume valores entre 1 e - 1. Sendo que o sinal expressa a direção positiva ou negativa da proximidade entre as variáveis. Já o valor do coeficiente r demonstra a intensidade entre as variáveis. Quanto mais próximos dos limites, mais fortes. No entanto, se o valor de r for 0 significa que não existe associação entre as variáveis (FIGUEIREDO FILHO & SILVA JÚNIOR). Para a produção da tabela e gráfico das correlações foi utilizada o software R, usando diversas bibliotecas que se ocupam da análise de correlações de diferentes variáveis.

3.1.3 Fase de Diagnóstico

O diagnóstico tem por finalidade explicar a situação do cenário ambiental dos sistemas, serviços, infraestrutura e aspectos socioeconômicos identificados na fase de análise do local da pesquisa (Rodriguez; Silva, 2018). Dessa forma, foi possível identificar e avaliar as condicionantes socioambientais, das ocorrências e óbitos decorrentes das arboviroses, os aspectos relacionados ao saneamento e aqueles de maiores influências nos casos de arboviroses, e a qualidade ambiental dos bairros com maiores e menores casos das doenças objeto desse estudo.

O resultado das correlações entre as variáveis doença (Dengue, Chikungunya), com as de saneamento (números de ligações de água, número de ligações de esgoto), permitiu verificar o valor do impacto a partir das suas interações.

Em seguida com a quantificação dos impactos entre os fatores das arboviroses, foi possível observar através da espacialização desses valores em cada bairro e, assim, realizar um diagnóstico com as áreas mais úmidas, considerando as condições socioambientais e econômicas e de serviços e infraestrutura de saneamento.

3.1.4 Fase de Proposição

A fase de proposição também é conhecida como projeção ou prognóstico. É nessa etapa que são estruturadas as formas de uso dos sistemas geocológicos, como também um plano de ordenamento territorial adequado com a realidade, considerando os princípios da sustentabilidade. São também elaborados os critérios apropriados para o planejamento e gestão do território, apontando os instrumentos, o ordenamento político e regulatório mais apropriado para elaboração de planos participativos, execução e acompanhamento das propostas (Rodriguez; Silva, 2018).

Sendo assim, após a análise geocológica e espacial do município do Crato, foi possível formular propostas que podem vir a contribuir com o Plano Municipal de Saneamento Básico ou até mesmo o Plano Diretor do município.

A Revelação do estado socioambiental correlacionando meio ambiente, arboviroses e o conhecimento dos bairros que estão em situações mais críticas, permitiu apontar medidas de gestão para reduzir casos de arboviroses. Nessa fase, foram propostos elementos para construção de modelos de planejamento e gestão ambiental para o município do Crato.

4 CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL E SOCIOECONÔMICA DO CRATO

O conhecimento das características físicas e ambientais de uma região é imprescindível para o diagnóstico da área de estudo, sendo uma das etapas do Planejamento Ambiental, viabilizando a análise integrada e, assim, fortalecendo o desenvolvimento sustentável adaptado à realidade local. Para Souza (2000), o estudo e a análise dos sistemas naturais são essenciais, tendo em vista que permite compreender melhor as condições ambientais, o que reverbera em qualidade de vida para a sociedade como um todo.

Para a etapa de caracterização geoambiental, é necessário realizar levantamento de dados primários e secundários à respeito dos aspectos climáticos, hidrológicos, geológicos, geomorfológicos, solos e vegetação, como também aspectos socioeconômicos de educação, saúde e saneamento básico. Dessa forma, o presente capítulo visa expor os componentes geoambientais da área de estudo e a inter-relação entre os distintos componentes naturais.

4.1 Condicionantes Geoambientais e suas características municipais

O município do Crato, situa-se na região do sul do estado do Ceará, tendo limite estadual com o município de Exu, em Pernambuco, além dos municípios cearenses de Santana do Cariri, Nova Olinda, Farias Brito, Caririaçu, Juazeiro do Norte e Barbalha. Com esses dois últimos municípios e seus respectivos núcleos urbanos constitui o Crajubar, região metropolitana (IPECE, 2017).

A área compreende uma região de extensa geodiversidade que imprime uma grande variação de tipos paisagísticos, que unindo-se a fatores climáticos, drenagem fluvial, cobertura vegetal e as distintas formas de uso e ocupação. A diversidade paisagística será analisada em razão de suas possíveis influências ambientais nas ocorrências de arboviroses, no município do Crato.

Uma interpretação espacial dos componentes geoambientais do Crato, considerou inicialmente os seus componentes vinculados à terra, ou seja, geológicos, geomorfológicos e solos. As informações aqui representadas tiveram como fonte principal, a dissertação de Lima (2008), que realiza uma síntese concisa das condições geoambientais e as unidades sistêmicas naturais do município do Crato e seu contexto regional, porém para inserir as unidades geoambientais na discussão, apresenta-se inicialmente a caracterização dos componentes físicos naturais da área em questão.

4.1.1 Geologia, geomorfologia e solos

A interpretação da geologia do município do Crato foi efetivada a partir da escala regional à municipal, considerando informações da CPRM (2003) de Brasil (1981), e DNPM (1996), onde foram identificadas duas grandes unidades geológicas: o Embasamento Cristalino e a Bacia Sedimentar do Araripe.

A Chapada do Araripe, é a unidade de relevo que corresponde à Bacia Sedimentar, delineando-se em um sentido W-E com um formato longilíneo, estando suas bordas configuradas por uma superfície sopedânea que corresponde ao vale do Cariri em seu setor norte, por onde se estende parte do município do Crato. Nas áreas rebaixadas do município se podem observar, segundo o DNPM (1996), três zonas distintas: Zona de Chapada; Zona de Talude e Zona de Pediplano. É na Zona de Talude, onde estão localizadas os exultórios (nascentes), responsáveis pela manutenção da rede de drenagem superficial que atravessa o Vale do Cariri. O Projeto Avaliação Hidrogeológica da Bacia Sedimentar do Araripe (DNPM, 1996), detalha que a Chapada do Araripe e seu entorno imediato é constituída pelas seguintes formações geológicas (Quadro 3):

Quadro 3 – Características das formações geológicas da Chapada do Araripe.

Formação	Características gerais
Formação Mauriti	arenitos claros, quartzosos e/ou feldspáticos, de granulometria média a grossa, com grãos sub angulares e mal selecionados. Fraturas e falhas resultando em um aquífero fissural
Formação Exu	litologicamente é composta por arenitos vermelhos friáveis argilosos, em geral caulínicos, de granulometria variável, contendo leitos intercalados de arenitos grosseiros e conglomeráticos
Formação Brejo Santo	constitui a primeira fase lacustre da bacia, com sedimentos depositados em um ambiente sob influência fluvial e eólica.
Formação Missão Velha	constituída por arenitos grossos, mal selecionados, de coloração esbranquiçada ou amarelada, mostrando estratificação cruzada e leitos conglomeráticos, com presença de madeira fossilizada, aflorando única e exclusivamente no Vale do Cariri e que constitui um excelente aquífero.
Formação Abaiara	é um importante pacote sedimentar que corresponde à parte superior do Grupo Vale do Cariri, formado por arenitos micáceos cinzas, amarelos ou avermelhados, predominantemente finos, com grãos sub angulares, argilosos e semifriáveis com siltitos, argilitos e folhelhos de cores variegadas.

Formação Rio da Batateira	corresponde a arenitos médios a finos argilosos, amarelos e cinzas, siltitos e folhelhos cinzas, bem estratificados e leitos de folhelhos negros betuminosos, cujo pacote sedimentar é composto por dois ciclos fluviais- lacustre, com maior contribuição fluvial no primeiro e lacustre no segundo.
Formação Santana	é compartimentada em três membros denominados Crato, Ipubi e Romualdo, com base nas suas características estruturais peculiares. O Membro Crato é constituído por folhelhos cinzas, castanhos, calcíferos, laminados e calcários micríticos cinza-claro e creme, argilosos e finamente laminados. Membro Ipubi é constituído por “[...] bancos estratiformes de gipsita, contendo intercalações de folhelhos cinza e verde”

(DNPM, 1996, p. 30).

Destacam-se ainda, os Depósitos Cenozóicos – Terciário/Quaternário, sendo que, no município do Crato as coberturas Tércio-Quaternárias estão relacionadas, principalmente, com os sedimentos da Formação Rio da Batateira, enquanto que os depósitos de tálus estão correlacionados aos sedimentos das Formações Arajara e Santana. Finalmente estão os aluviões, que formam os depósitos quaternários resultantes da drenagem dos principais rios, como Batateira, Grangeiro e Carás (Lima, 2008).

O embasamento cristalino está presente como afloramento apenas em uma pequena superfície no setor norte do município do Crato, que é decorrente das diferentes feições litológicas e de formas do relevo. A Composição geológica é constituída por granitos, granodiorítico, gnaisse, ortognaisse e micaxistos. Esse embasamento apresenta uma reduzida capacidade de armazenamento hídrico subterrâneo. Há uma maior retenção de águas, na fratura preenchidas por aluvião – argila, areias argilosas, quartzosas e quartzofeldspático, conglomerático ou não, cascalho e argila orgânica (Lima, 2008).

Além dos aluviões, ocorrem também Depósitos de Tálus, constituídos por sedimentos heterogêneos e incoerentes que se acumulam nas bases das encosta, onde se acumulam sedimentos decorrentes de material intemperizado e depositados pela força gravitacional (Lima, 2008).

A diversidade de associação de solos no município do Crato é decorrente da diversidade de formas de relevo e das condições climáticas úmidas/subúmidas, predominando associações de Latossolo vermelho amarelo, Luvisolo crômico, Neossolo litólico, Neossolo quartzarênico, Nitossolo vermelho e Neossolo flúvico, segundo a classificação da EMBRAPA (2018).

4.1.2 Aspectos climáticos e hidrológicos

Conhecer a dinâmica climática de uma região é fundamental para a análise das condições climáticas, sendo imprescindível no que concerne ao estudo da paisagem e principalmente para caracterizar aspectos relativos à hidrografia do município do Crato. No contexto regional destaca-se o predomínio das condições de semiaridez, caracterizada por longos períodos de seca, onde prevalece um déficit hídrico.

Nimer (1989) destaca a diversa complexidade climática regional decorrente das oscilações pluviiais extremas, da pluviosidade decorrentes da dinâmica de diferentes sistemas de circulação atmosférica, correlacionadas às variações latitudinais, efeitos da continentalidade e do relevo local. O clima onde está inserido o município de Crato está classificado como BSW'h, como clima semiárido com curto período chuvoso concentrado no verão-outono.

A SRH (2004), indica que as oscilações das precipitações estão influenciadas por anomalias e variações térmicas presentes em determinados períodos nos oceanos Pacífico e Atlântico Tropicais, influenciando na distribuição e quantidade das chuvas, e mesmo sua escassez na região Nordeste do Brasil. O mesmo órgão destaca que na região da Chapada do Araripe e no Cariri Cearense há diferentes períodos chuvosos. Um deles se concentra nos meses de fevereiro a abril, com cerca de 70% do total das chuvas e um período seco que se prolonga de agosto a outubro, que pode se prolongar até janeiro.

Magalhães (2006) ressalta que as variações pluviiais no município do Crato são bastante acentuadas, onde a autora destaca que em um período de 30 anos (1974-2004) visualizou-se oscilações bastante extremas, com máximas de 1900 mm no ano de 1985 e mínimas de 550 mm em 1993. Tais dados demonstram que em razão de temporalidade pluvial, há um notório risco de inundação e deslocamentos de depósitos sedimentares, ampliando assim as possibilidades de ocorrência de endemias como a dengue e a chikungunya. Dados da FUNCEME (2006) indicam que a precipitação média anual do município do Crato é de 1.090,9 mm, apresentando um déficit hídrico de 567 mm, que se prolonga de maio até janeiro e, um superávit hídrico de 234 mm no restante do ano.

Com relação à hidrografia superficial, a região do Cariri está inserida na sub-bacia do rio Salgado, que por sua vez é parte da macro-bacia do rio Jaguaribe. Conforme Gatto (1999), a sub-bacia do rio Salgado está constituída pelas drenagens do riacho dos Porcos e do rio Batateira, escoando pelas encostas e área sopedânea da Chapada do Araripe. A drenagem no município do Crato possui uma drenagem ramificada, dendrítica a subdendrítica.

Segundo Lima (2008), os rios Batateira e Grangeiro escoam pela área urbana da cidade do Crato, que recebe aporte de resíduos sólidos e esgotos de águas servidas e águas pluviais, por drenarem superfícies de elevada declividade, assumindo uma forte energia que potencializa o transporte de sedimentos e um grande volume hídrico. Ao atingir superfícies mais planas os processos deposicionais se acentuam e as águas nos períodos chuvosos tendem a transbordar para fora de seus canais principais.

4.1.3 Vegetação, Sistemas Geoambientais e Unidades Geoecológicas Paisagísticas

No município do Crato prevalece uma grande diversidade de formações vegetais condicionadas às variações das condições climáticas, da geomorfologia e mais diretamente dos próprios solos. Identificam-se nas superfícies de encostas, planícies e vales as formações vegetais de cerrado, cerradão, carrasco, caatinga arbóreo-arbustiva, mata seca, mata úmida, mata ciliar, e vegetação secundária (Lima, 2008).

Segundo Fernandes (2006), FUNCEME (2006), MMA (2000), FUNDETEC (1999), as principais unidades fitoecológicas do município do Crato são: (i) Cerradão (Floresta Subcaducifólia Tropical Xeromorfa), (ii) Cerrado, (iii) Carrasco, (iv) Mata Seca (Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial), (v) Mata Úmida (Floresta Subperenifólia Tropical Pluvio-Nebular), (vi) Caatingas (Floresta Caducifólia Espinhosa), (vii) Mata Ciliar.

Ao realizar a compartimentação geoambiental do município do Crato, Lima (2008) identificou através de uma análise geossistêmica a presença de quatro sistemas e dez subsistemas, assim denominados: (i) Sistemas geoambientais - Chapada do Araripe: Platô e Encosta, Maciços e Cristas Residuais, Sertões da Depressão Periférica Meridional do Ceará e Planícies Fluviais e (ii) Subsistemas geoambientais - Platô Oriental Revestido por Cerradão/Cerrado, Platô Ocidental Revestido por Cerrado/Carrasco, Encosta Oriental, Encosta Norte - Ocidental, Maciço Residual Central, Maciços Residuais Setentrionais, Depressão Sertaneja Dominada por Material Sedimentar, Depressão Sertaneja Dominada por Material do Embasamento Cristalino, Planícies Fluviais Úmidas e Planícies Fluviais Secas.

A partir da identificação dos sistemas e subsistemas geoambientais acima explicitados por Lima (2008), foi possível identificar, na perspectiva dos fundamentos teóricos e metodológicos da Geoecologia das Paisagens, as seguintes unidades geoecológicas paisagísticas: Chapada do Araripe (platô e encosta), Sertões da Depressão Periférica Meridional do Ceará e Planícies Fluviais. Desta forma, foi possível correlacionar as arbovioses, saneamento básico e áreas de risco com o meio ambiente.

4.2 Aspectos socioeconômicos do contexto municipal do Crato

O panorama socioeconômico do município é importante para entender o contexto em que a população do Crato está inserida e dessa forma realizar a relação com as atividades econômicas desenvolvidas.

4.2.1 O conjunto político municipal do Crato

O Crato está localizado no sul do estado do Ceará nas coordenadas geográficas 7° 14' 03'' de latitude e 39° 24' 34'' de longitude. Passou a ser considerado cidade em 17 de outubro de 1853, depois de muitas mudanças alcançou a divisão administrativa atual. Com a divisão territorial realizada no ano de 1995, o Crato passa a ser constituído por 10 distritos. Sendo eles: Crato (sede), Baixio das Palmeiras, Belmonte, Campo Alegre, Dom Quintino, Monte Alverne, Bela Vista, Ponta da Serra, Santa Fé e Santa Rosa (IBGE, 2022b; IPECE, 2017; Tavares, 2016).

4.2.2 População e Economia

De acordo com dados mais recentes do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022), o Crato possui uma população de 131.050 hab. e uma densidade demográfica de 115,14 hab./Km². No momento, os outros dados referentes ao censo de 2022 do IBGE não foram divulgados, então para a pesquisa será utilizado dados do IBGE referentes aos censos 1991, 2000 e 2010.

Com relação a demografia no período analisado (1991- 2010) presente no IPECE (2017), a população total urbana no ano de 1991 era de 70.280 habitantes, em 2000 era 83.917 habitantes e 2010 passou a 100.916 habitantes. Percebe-se que a população urbana vem crescendo no período de 1991, passou de 70.280 habitantes para 100.916 habitantes, ou seja, a população urbana no Crato teve um aumento de 30.636 habitantes em 19 anos. No tocante a população rural em 1991 era 20.239 habitantes, em 2000 20.729 habitantes e em 2010 era de 20.512 habitantes. Sendo assim, de 1991 para 2000 teve um aumento de 490 habitantes, já no ano de 2000 ocorreu uma queda de 217 habitantes se comparado a 2000. Analisando de 1991 a 2010 a população rural teve uma redução de 273 habitantes dentro de 19 anos (Tabela 4).

Segundo o censo de 2010, o maior número de pessoas se encontra na zona urbana, 100.916 habitantes (83,11%), sendo que na área rural residem somente 20.512 habitantes (16,89%).

Tabela 4 - População residente no Crato nos anos de 1991, 2000 e 2010.

Discriminação	População residente					
	1991		2000		2010	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Urbana	70.280	77,64	83.917	80,19	100.916	83,11
Rural	20.239	22,36	20.729	19,81	20.512	16,89
Total	90.519	100	104.646	100	121.428	100

Fonte: IPECE (2017).

O histórico do povoamento e colonização do Cariri demonstra que, convencionalmente, a população da região desenvolveu uma tendência econômica voltada para a agricultura e a pecuária. Entretanto, conforme revelado na pesquisa, a evolução populacional do Crato tem tido uma maior concentração na área urbana. Essa ocorrência pode estar ligada ao processo de migração do campo para a cidade, o êxodo rural, ocorrido devido às secas que devastaram o semiárido nordestino atingindo também a região do Cariri. Entre muitas consequências prejudicou o desenvolvimento da agricultura na região, devido a fatores como perdas no sistema agropecuário, ausência de incentivos financeiros para o pequeno produtor rural; pela concentração de latifundiários e a busca das pessoas pela cidade por acreditar em melhores condições de trabalho, saúde, infraestrutura, saneamento básico, educação, entre outros (Magalhães, 2006).

Essa concentração na área urbana acarreta em um acelerado crescimento da população sem um planejamento urbano adequado, muitas vezes sem um local adequado para morar, falta de saneamento básico e diversos problemas advindos dessa ausência, como as doenças.

Indicadores demográficos apontam que no ano de 2010 a população menor de 15 anos era de (25,62%) e maiores de 65 anos (7,80%). Já a população potencialmente ativa, aquelas com idade entre 15 a 64 anos representavam (66,58%) e a razão de dependência correspondeu a (50,20%).

No Crato, referente à quantidade de domicílios em 2010 existia um total de 33.975 unidades, sendo que 28.598 estão situados na zona urbana e 5.377 na zona rural. Esse dado reforça o que foi demonstrado que a população urbana vem aumentando e a rural diminuindo, pois, a concentração de domicílios na zona urbana é maior que na rural.

Entre os anos de 1991, 2000 e 2010 a taxa geométrica de crescimento anual total foi respectivamente 1,04%, 1,62% e 1,50%, na zona urbana 1,70%, 1,99% e 1,86%, já na zona rural foi de -0,91%, 0,27% e -0,11%. A taxa de urbanização em 1991 (77,64%), 2000 (80,19%) e 2010 (83,11%). A densidade demográfica vem aumentando: no ano de 2010 era de 104,87 hab./km². Essas informações estão presentes na Tabela 5.

Tabela 5 - Indicadores demográficos do município de Crato (1991 a 2010).

INDICADORES DEMOGRÁFICOS		1991	2000	2010
Densidade demográfica (hab./km ²)		88,23	94,05	104,87
Taxa geométrica de crescimento anual (%)	Urbana	1,70	1,99	1,86
	Rural	-0,91	0,27	-0,11
	Total	1,04	1,62	1,50
Taxa de urbanização (%)		77,64	80,19	83,11

Fonte: Adaptado de IPECE (2017).

A taxa geométrica de crescimento anual indica o padrão de crescimento de uma população e é influenciada pela dinâmica de natalidade, mortalidade e migrações. Através dos valores presentes da tabela 5, percebe-se que essa taxa geométrica de crescimento no município do Crato vem aumentando na área urbana e reduzindo na rural, assumindo em 2010 um valor negativo de -0,11%.

O índice de desenvolvimento humano da população do Crato apresenta o valor de 35,93 tornando-o na 33ª colocação se comparado com outros municípios do estado do Ceará. É importante apresentar a situação das pessoas que estão em condição de extrema pobreza, ou seja, aquelas cuja renda per capita por mês é de até R\$ 70,00 no ano de 2010. Pertencem a essa classe 13.412 habitantes, destes 8.093 da zona urbana e 5.319 da rural (IPECE, 2017). O grupo que está em condição de extrema pobreza representa 11% da população do Crato, considerando a população total no ano de 2010.

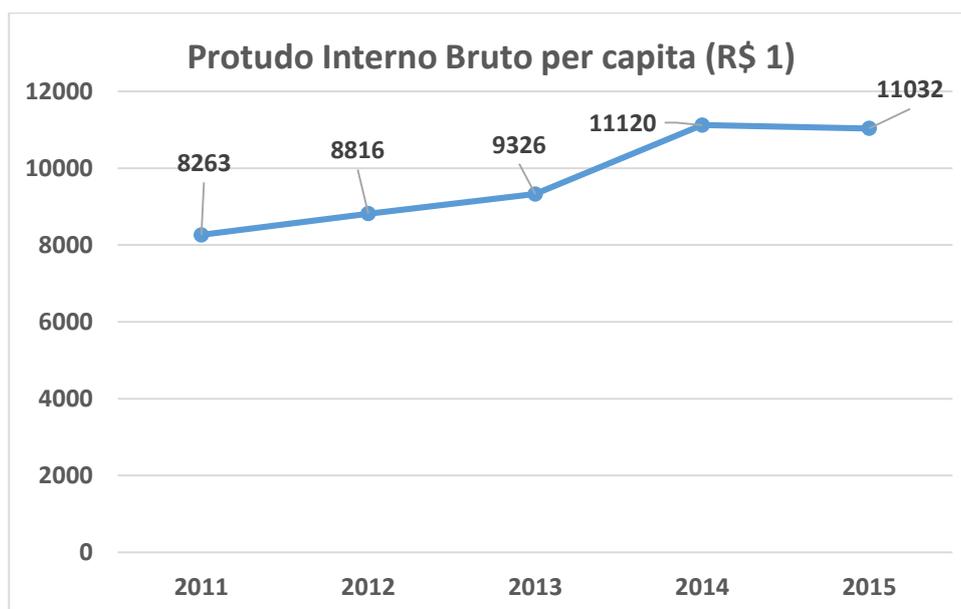
De acordo com dados do IPECE (2017), o Produto Interno Bruto (PIB) referente ao ano de 2015 apresentou o valor de R\$ 1.419.536 com um PIB per capita de R\$ 11.032. O Valor Adicionado Básico, o qual incluem as atividades agropecuárias, industriais e de serviços ao PIB, apresentou respectivamente os seguintes valores: 3,64%, 13,65% e 82,71%.

Os dados reforçam o que foi colocado anteriormente, que historicamente a tendência das atividades econômicas do Crato era a agricultura e pecuária, porém ao longo dos

anos, tanto a concentração de pessoas na área rural tem sido reduzida, quanto a contribuição da agropecuária no PIB foi a menor, comparada às outras atividades econômicas.

No tocante ao Produto Interno Bruto da cidade do Crato é possível verificar seu comportamento entre os anos 2011 a 2015 através do Gráfico 9.

Gráfico 9: Produto Interno Bruto do Crato 2011 – 2015.



Fonte: IPECE (2017).

O produto Interno Bruto é um indicador da economia, utilizado para mensurar a atividade econômica de uma cidade, estado ou país e a influência dos diferentes setores econômicos. Sendo assim, está diretamente ligado às condições de salários e empregos. Em 2021 no Crato, o salário mensal era de 1,9 salários mínimos para as pessoas que possuíam empregos formais, contabilizando em média 19.996 pessoas. No ano de 2020 a quantidade de pessoas ocupadas representou 14,4% comparada à população total. Dados de 2010 apontavam que 43% da sua população detinham rendimento mensal, em média, de meio salário mínimo (IBGE, 2022). Conforme dados pesquisados, o PIB do Crato tem evoluído ao longo dos anos, mas em termos de pessoas empregadas apresentou 14,4%, um percentual que precisa ser melhorado.

Alves, Bezerra e Matias (2011) descrevem através do Plano de Manejo da Floresta Nacional do Araripe (FLONA/ARARIPE) o aspecto sócio-econômico dos municípios que são abrangidos por ela, sendo o Crato um deles.

Dessa forma, os autores apresentam as diversas possibilidades de exploração de produtos alimentícios provenientes da FLONA/ARARIPE, como o pequi (*Caryocar coriaceum* Wiitm), cajuí (*Anacardium humile*), mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes), araçá (*Psidium* sp.), Cambuí (*Eugenia crenata*), pitanga (*Eugenia michelli* Lam) etc.) além das medicinais: Janaguba (*Himatanthus drasticus*), fava d'anta (*Dimorphandra gardneriana*), catuaba (*Anemopaegma* ssp.) etc.

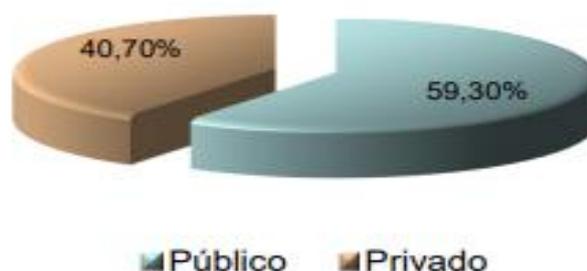
Devido a riqueza de paisagem, fauna e flora, há ainda a alternativa de desenvolver atividades de ecoturismo, pesquisa e educação ambiental. Todos esses gêneros alimentícios advindos da riqueza da Flona Araripe, são oportunidades de ganhos financeiros para a população do Crato e dos municípios próximos. Conforme visto, além disso há outras oportunidades que podem ser aproveitadas, como o ecoturismo que atrai pessoas de diferentes locais, tendo em vista a riqueza de paisagens e biodiversidade da Flona Araripe.

4.2.3 Educação e Saúde

A educação contribui com a saúde, tendo em vista que quanto mais informações e conhecimentos adquiridos, a probabilidade de a população cuidar da sua saúde é maior. Dessa forma, é através dela que as medidas de higiene e saúde podem ser transmitidas, contribuindo para a sua promoção.

A Educação Infantil (creche e pré-escola) no Crato é administrada apenas pelo município e estabelecimentos particulares. Através do Gráfico 10 é possível perceber que o maior número de estabelecimentos da educação infantil é administrado pelo setor público (59,30%), sendo o particular responsável por 40,70% do total (Secretaria da Educação Básica, 2014).

Gráfico 10: Estabelecimentos responsáveis pela educação infantil no setor público e privado em 2014 (%).



Fonte: Secretária da Educação Básica (2014).

Esse resultado é positivo, tendo em vista que muitos pais não têm condições financeiras de pagarem creches particulares e necessitam muitas vezes deixarem seus filhos na rede pública para que possam trabalhar.

O Crato, além da Educação Infantil, possui também o Ensino Fundamental I e II, Ensino Médio e Educação de Jovens e Adultos (EJA). Conforme a Tabela 6, no ano de 2016, o município do Crato possuía um total de 34.389 alunos, sendo 17.104 discentes da esfera municipal, 8.676 alunos da rede estadual e 8.259 alunos de instituições particulares (IPECE, 2017).

Tabela 6 - Quantidade de docentes e matrículas no ano de 2016.

Dependência Administrativa	Docentes		Matrícula	
	Município	Estado	Município	Estado
Federal	54	977	350	10.507
Estadual	331	17.680	8.676	444.796
Municipal	992	63.654	17.104	1.318.399
Particular	530	21.300	8.259	436.519
Total	1.803	97.064	34.389	2.210.221

Fonte: IPECE (2017).

Muitas pessoas de municípios próximos vão morar no Crato para estudar, tendo em vista que a Universidade Regional do Cariri oferece distintos cursos de graduação e pós-graduação, inclusive o curso de Medicina. Existem algumas escolas também, que os rendimentos dos discentes se destacam.

No município do Crato a taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade é de 97,8%. Este resultado o faz ficar na posição 64 de 184 quando se compara com outros municípios do Ceará. Com relação ao Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) no ano de 2021, para as séries iniciais do ensino fundamental da rede pública foi de 5,6, já para os anos finais, 5,4 (IBGE, 2010; IBGE, 2021). Conforme se observa através da taxa de escolarização e do IDEB, o Crato tem uma educação bem estruturada, o que não o deixa em posições tão distantes de um ensino de qualidade, quando comparado a outros municípios.

De acordo com o site Todos pela Educação (2018), o IDEB é o indicador de qualidade da Educação no Brasil. Ele varia em uma escala de 0 a 10. É através dele que se mede a qualidade de ensino das escolas e estipula metas. A meta era que o Brasil alcançasse 6 pontos no IDEB na primeira etapa do ensino fundamental até 2022. O valor conquistado pelo Crato

referente aos anos iniciais do ensino fundamental foi de 5,6 em 2021, significando que ele estava bem próximo de alcançar a meta definida para o país no ano seguinte, em 2022.

Dados de 2016 (Tabela 7) revelam que a taxa de aprovação no ensino fundamental do município do Crato foi de 91,5%, sendo maior que o do estado do Ceará, com 89,6%.

No Ensino Médio, a aprovação do Crato com a do estado, conforme a Tabela 7, é bem próxima, com os valores respectivamente de 84,1% e 84,6%. Com relação à reprovação, o município teve 6,2% maior que a do estado do Ceará, que foi de 5,4%. A educação se mostra bastante satisfatória, pois a taxa de aprovação é bem alta. Mesmo assim é importante investigar os motivos das reprovações e procurar medidas que possam reduzir ou até mesmo zerar as reprovações. No que tange a reprovação no Ensino Fundamental o resultado foi de 2,3% para o município e 1,4% no estado. O município ainda teve mais abandonos que o Estado, no entanto no Ensino Médio a taxa de reprovação é maior, com um quantitativo de 9,6%. É preciso procurar alternativas e políticas públicas que possam fortalecer a permanência dos alunos nas escolas para que eles possam ter melhores chances no mercado de trabalho.

Tabela 7- Indicadores Educacionais do Crato – 2016.

Discriminação	Indicadores Educacionais			
	Ensino Fundamental		Ensino Médio	
	Município	Estado	Município	Estado
Taxas	-----%-----		-----%-----	
Escolarização líquida	96,4	89,6	59,8	54,2
Aprovação	91,5	93,1	84,1	84,6
Reprovação	6,2	5,4	6,4	6,8
Abandono	2,3	1,4	9,6	8,7
Alunos por sala de aula	22,6	25,6	16,8	29,1

Fonte: IPECE (2017).

Um aspecto muito importante para uma educação de qualidade é também a estrutura da instituição escolar. Dessa forma, a Administração Pública precisa investir na melhoria dos recursos educacionais e ampliação das estruturas. O estado, em termos de número de escola, quantidade de biblioteca e laboratório de informática, está melhor que o município, sendo 14 escolas estaduais, 11 bibliotecas e 13 laboratórios de informática. No entanto, poderia ampliar o número de escolas e, conseqüentemente, das outras estruturas, como biblioteca com livros atualizados e laboratório de informática. Já o município tem 66 escolas, mas apenas 20

bibliotecas e 21 laboratórios de informática. O total de escolas do município em comparação com a disponibilidade de bibliotecas e laboratórios de informática é bem desproporcional, reforçando a necessidade de ampliação de bibliotecas e laboratórios de informática para atender a necessidade dos estudantes (IPECE, 2017).

Os gestores municipais devem sempre procurar avançar no que diz respeito a melhorias de infraestrutura, tecnologias de tratamento e principalmente o acesso da população a exames, cirurgias e remédios, garantindo o atendimento na prevenção e cuidados com a saúde. Todos esses pontos contribuem com o que preconiza o Sistema Único de Saúde (SUS).

Informações do ano de 2016, Tabela 8, revelam que o Crato conta com 210 médicos, 69 dentistas, 123 enfermeiros, 188 agentes comunitários, além de 109 profissionais de saúde de nível superior e 370 de nível médio (IPECE, 2017). É preciso investir na contratação de mais profissionais de saúde, pois através dos dados é possível perceber que a quantidade de médicos, dentistas e outros profissionais de saúde podem não conseguir atender a demanda de 131.050 habitantes do município do Crato.

Tabela 8 - Profissionais de saúde ligados ao Sistema Único de Saúde - 2016.

Discriminação	Profissionais de Saúde ligados aos SUS	
	Município	Estado
Médicos	210	12.470
Dentistas	69	2.954
Enfermeiros	123	7.824
Outros profissionais de saúde/nível superior	109	6.454
Agentes comunitários de saúde	188	15.667
Outros profissionais de saúde/nível médio	370	22.312
Total	1.069	67.681

Fonte: IPECE (2017).

O Plano Municipal de Saúde do Crato (2018) demonstrou a situação da infraestrutura através da representação da Rede de Serviços de Saúde presentes no Crato, por meio dos dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES). Sendo assim, foi apresentado que no município do Crato existem 188 estabelecimentos de saúde, sendo 44 públicos municipais: 33 Unidades Básicas de Saúde (03 NASF, 01 SAD), 02 CAPS, 01 Secretaria de Saúde do Município (01 VISA), 01 Centro de Regulação de Exames, 01 Centro de Zoonoses, 05 Unidades de Saúde Secundária (01 PAM), 01 Centro de Especialidade do Crato

(CEMEAR), 01 Centro de Saúde Teodorico Teles, 01 Centro de Reabilitação do Crato, 01 Centro Municipal de Infectologia (SAE), 01 CEO Municipal; 02 estabelecimentos Públicos Estadual; 04 filantrópicos ou sem fins lucrativos e 138 privados lucrativos. Os serviços privados que fazem parte da rede complementar do SUS, equivale a 73,40% dos estabelecimentos e atende pela maioria dos serviços especializados de média complexidade; enquanto que a rede pública representa 24,47% da rede de estabelecimentos SUS e 2,13% são filantrópicos.

Conforme as informações acima, o maior número de estabelecimento de saúde no município do Crato é de iniciativa privada, sendo 138 unidades particulares, 44 pertencentes ao município e 4 de origem filantrópica. Apesar da rede privada possuir o maior quantitativo de estabelecimentos de saúde, 73, 40% fazem parte da rede complementar do SUS, o que alivia mais a intensa procura da população pelos serviços de saúde gratuitos. No entanto, ainda assim o número de unidades de saúde pública e de profissionais devem ser ampliados, tendo em vista a alta demanda das comunidades pelos serviços públicos de saúde.

4.2.4 O Saneamento Ambiental no Crato: estruturas e funcionalidade

De acordo com o Plano Municipal de Saneamento do Crato de 2018, a Sociedade Anônima de Água e Esgoto do Crato (SAAEC) era a responsável por operar e realizar a manutenção tanto dos sistemas de abastecimento de água, quanto de esgoto. No entanto, em setembro de 2022, o esgotamento sanitário do Crato passou a ser de responsabilidade da concessionária Ambiental Crato. O site da Ambiental Crato informa que a SAAEC continua operando na captação, tratamento, distribuição e qualidade da água e a Ambiental Crato atua no que diz respeito ao esgotamento sanitário e atendimento ao cliente.

O abastecimento público de água do Crato, em sua grande parcela, é originado de águas subterrâneas por meio de poços profundos ou fontes (Crato, 2020). Esse fato torna o saneamento ainda mais essencial, tendo em vista que o seu lançamento *in natura* contamina as águas subterrâneas. Um estudo realizado por Tavares et al. (2009) apontou que o Crato possui 54% de área altamente vulnerável a contaminação das águas subterrâneas.

Na Tabela 9 é possível verificar as formas de abastecimento de água das residências particulares do ano 2000 e 2010. No ano 2000, a maior ligação era da rede geral, com 18.047 ligações (73.6%); poço ou nascente corresponde a 3.063 ligações (12,40%) e outras ligações, com um total de 3.591 ligações, representando (14.54%). Já em 2010 o abastecimento de água, tendo origem a rede geral, era de 28.898 (85.18%) ligações; poço ou nascente com 1.669

ligações (4.92%); e outra forma de abastecimento de água, 3.358 ligações (9.90%) (IPECE, 2017).

Tabela 9 - Formas de abastecimento de residências particulares – 2000/2010.

Formas de abastecimentos	Município			
	200	%	2010	%
Ligada a rede geral	18.047	73.06	28.898	85,18
Poço ou nascente	3.063	12.40	1.669	4,92
Outra	3.591	14.54	3.358	9,90
Total	24.701	100	33.925	100

Fonte: IPECE (2017).

Comparando o ano de 2000 com 2010, observa-se que as quantidades de ligações cresceram um pouco, tendo a ligação da rede geral um aumento de 10.851 ligações ou 11,5%; ligações originadas de poços ou nascentes teve uma redução, com um quantitativo de -1.394 ligações, o que corresponde a uma queda de -7,4%; já outras formas de ligações também tiveram redução de -233 ligações, o equivalente a -4,64%. A quantidade de ligações adivindas da rede geral de abastecimento de água ter aumentado, revela um resultado positivo, pois a água passa por processos de desinfecção e torna o consumo mais seguro.

Referente aos tipos de esgotamento sanitário no ano de 2010 no Crato, existiam 11.803 (34,79%) ligações geral ou pluvial; 3.160 (9,31%) ligadas a fossas sépticas; e outras ligações, 16.985, o que representa 50,07%. Em 2010, 42,2% era a porcentagem de esgotamento sanitário adequado e 1.977 pessoas não tinham banheiros (IPECE, 2017). Apesar da quantidade de pessoas que não têm banheiro ter diminuído quando comparado ao ano de 2000, esse número ainda é alto, tendo em vista que a falta de banheiro causa contaminação do lençol freático e das águas subterrâneas.

Além da coleta do efluente, há outro fator indispensável no esgotamento, que é o tratamento do esgotamento sanitário. Nesse quesito, apenas 2,67% da população é atendida com tratamento de esgotos; o remanescente é lançado “in natura”, sem nenhum tratamento nos rios Granjeiro e Batateiras, ou em seus afluentes. A população rural não tem sistema de esgotamento sanitário (Crato, 2020). A falta de tratamento de esgoto é um problema muito sério, ainda mais no município do Crato, pois conforme visto, uma grande fração do abastecimento público é

proveniente de águas subterrâneas através de poços profundos ou fontes, sendo o despejo de esgoto sem tratamento uma possível causa de contaminação dessas águas subterrâneas.

Outro componente também passível de contaminação do solo e de doenças, se realizado o manejo inadequado, é o resíduo sólido. No ano de 2000 no Crato, a quantidade de residências particulares com o lixo coletado era 16.576 (67,11%), já em 2010 o quantitativo de casas particulares com coleta de lixo era de 28.536 (84,12%) (IPECE, 2017). Embora a coleta dos resíduos sólidos dos domicílios tenha aumentado, este é recomendável que seja praticado em 100% das residências. Outro ponto que também precisa de atenção do Poder Público é a destinação final dos resíduos sólidos, pois no município do Crato, o mesmo é destinado para o lixão, localizado na região Sítio Lagoinha, distante 8,30 Km do centro do município (Crato, 2020). Essa forma de destinação final é proibida por lei, pois os resíduos sólidos ficam expostos a céu aberto, passível de proliferação de agentes causadores de doença, contaminação do solo, ar e água.

5 DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL INTEGRADO: RELAÇÕES ENTRE MEIO AMBIENTE, SANEAMENTO BÁSICO E SAÚDE

O diagnóstico socioambiental integrado mostrou-se indispensável para evidenciar a correlação apresentada entre meio ambiente, o saneamento básico e as condições de saúde na cidade do Crato-CE. Através dele foi possível apresentar as principais áreas de risco da cidade, correlacionando-as com as redes de abastecimento de água e esgoto. Para tanto, foi necessário levar em consideração os sistemas e subsistemas geoambientais que, por sua vez, permitiram identificar e delimitar as unidades geocológicas paisagísticas do recorte de estudo (etapa realizada no capítulo 4).

Por conseguinte, foi possível apresentar, discutir e espacializar os casos de dengue e chikunguya para o ano de 2022, para a cidade do Crato-Ce, permitindo assim a visualização de sua distribuição por bairros. Desse modo, foi viabilizado correlacionar as incidências para cada unidade de paisagem, revelando de tal forma a situação ambiental manifestada. Diante dos resultados obtidos, foi possível tecer proposições e a projeção de cenários para o desenvolvimento sustentável de base local.

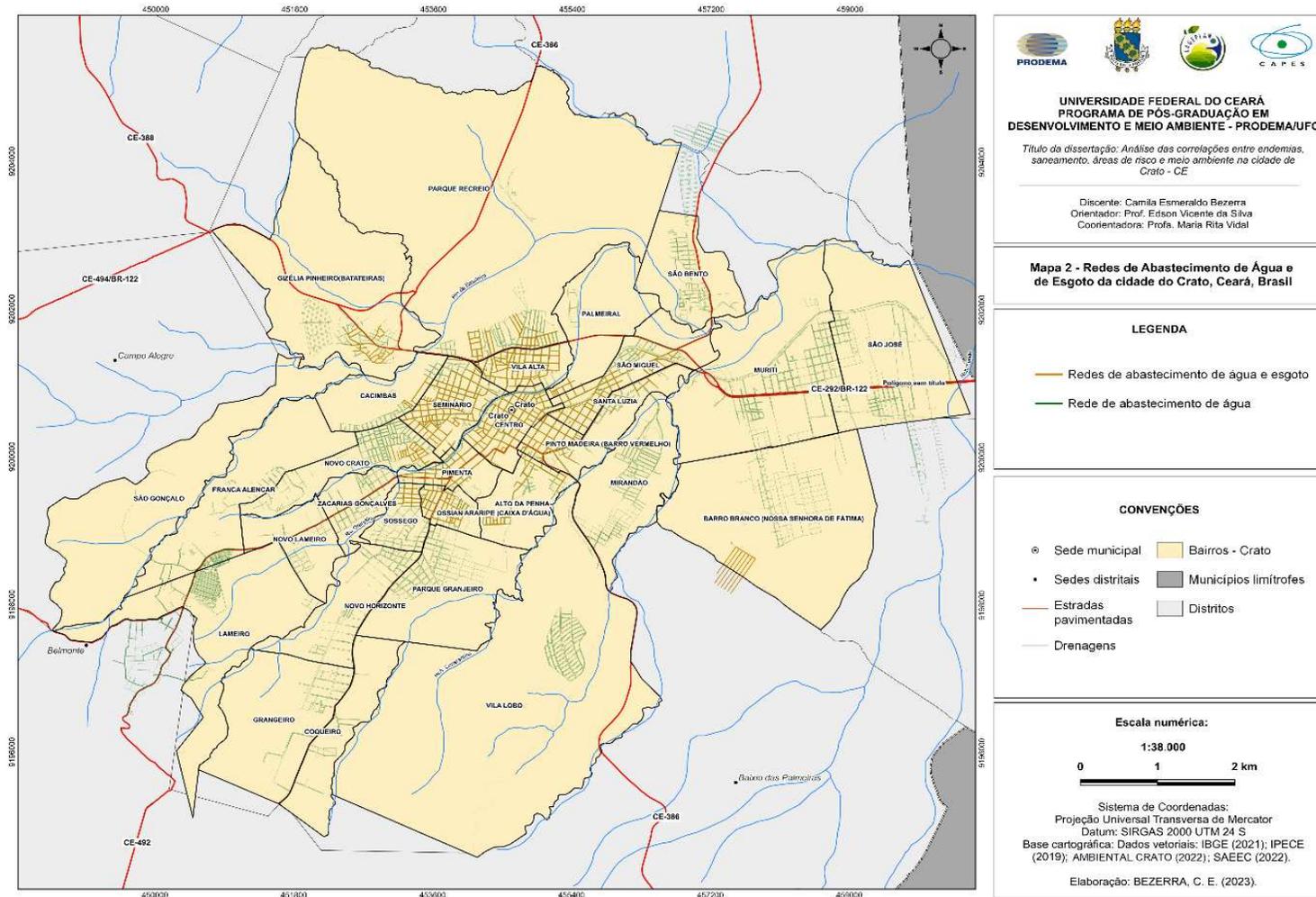
5.1 Associação entre saneamento básico, áreas de risco e arboviroses

Para os dados referentes ao sistema de abastecimento de água e esgoto, foram considerados de janeiro até agosto de 2022, pois a partir de setembro do referido ano, o esgoto passou a ser competência da empresa Ambiental Ceará, em Crato. Sendo assim, optou-se por avaliar as informações referentes ao saneamento apenas nesse período.

De acordo com a Secretaria Municipal de Saúde, desde o ano de 2017 que a cidade do Crato não registra casos de Zika. Como a presente pesquisa está analisando a incidência das arboviroses no ano de 2022, a zika não entrará nos resultados.

O Mapa 2 representa espacialmente os sistemas de abastecimento de água e rede de esgotamento na cidade do Crato. Através do mapa é possível apreender no que tange ao sistema de coleta de esgotos, que há uma concentração maior dele na região central do Crato.

Mapa 2 - Sistema de Abastecimento de Água e Esgoto na cidade de Crato.



Sendo assim, os bairros que têm esgotamento sanitário são: Centro (23,80%), Vila Alta (15,94%), Pinto Madeira (9,49%), Seminário (9,08%) e São Miguel (7,46%). Os bairros com menores concentrações de sistemas de esgotos: Ossian Araripe (4,68%), Alto da Penha (2,16%) e Gisélia Pinheiro (4,97%). Os outros bairros não possuem esgotamento ou a cobertura ainda é ínfima, pois não são espacialmente visíveis, como Muriti (0,01%), Granjeiro (0,2%) e o Lameiro.

De acordo com dados da pesquisa fornecidos pela SAAEC, a população atendida com rede coletora no município do Crato em 2022 foi de 44.203 habitantes, o equivalente a 33,73% da população que, segundo o IBGE (2022), era de 131.050 habitantes. Percebe-se que o atendimento da coleta e o afastamento do esgoto ainda têm uma cobertura baixa, confirmando o que foi evindecado no Mapa 2.

Isso é um problema, pois a ausência de cobertura de esgoto afeta diretamente na qualidade das águas superficiais e subterrâneas. O bairro Muriti está localizado bem próximo do riacho Constantino, ou seja, podendo o esgoto desse bairro ir diretamente para ele sem tratamento.

No Mapa 2 é possível perceber que o sistema de esgotamento precisa ser implantado nos bairros, Muriti, São Bento, São José, Mirandão, Barro Branco, Lameiro, Granjeiro, Coqueiro, Parque Granjeiro e Vila Lobo.

Além da cobertura de esgoto ser baixa, ainda existe um outro fator importante e que deve ser considerado, o tratamento do efluente. No Plano Municipal de Saneamento do Crato, está descrito que existem cinco Estações de Tratamento de Esgotos (ETE), no entanto três unidades foram desativadas. As ETES Filemon e Seminário estão em condições de funcionar. Esta última é responsável pelo efluente proveniente dos bairros Vila Alta e Seminário, porém encontrava-se sem operação devido a baixa vazão que estava chegando a ETE, decorrente do baixo número de ligações. Com isso os esgotos coletados estão sendo despejados, sem tratamento algum, diretamente no Rio Granjeiro (Crato, 2020).

Como se percebe, a ligação está diretamente ligada ao tratamento do esgoto. Então não adianta ter a infraestrutura de uma estação de tratamento e não haver ligações suficientes que possam direcionar o esgoto de forma adequada.

No tocante ao sistema de abastecimento de água, a sua distribuição se dá de forma mais abrangente, estando presente nos bairros: Seminário (13,66%), Vila Alta (10,44%), Centro (8,88%), Granjeiro (6%), Pinto Madeira (5,30%), São Miguel (6,14%), Muriti (6,58%), Gisélia Pinheiro (4,77%) e alguns bairros distantes do Centro com menores coberturas de

abastecimento de água, como Mirandão (2,70%), Novo Crato (2,70%), Zacarias Gonçalves (2,52%), Barro Branco (2,03%) Sossego (0,77%) e Lameiro (0,02%).

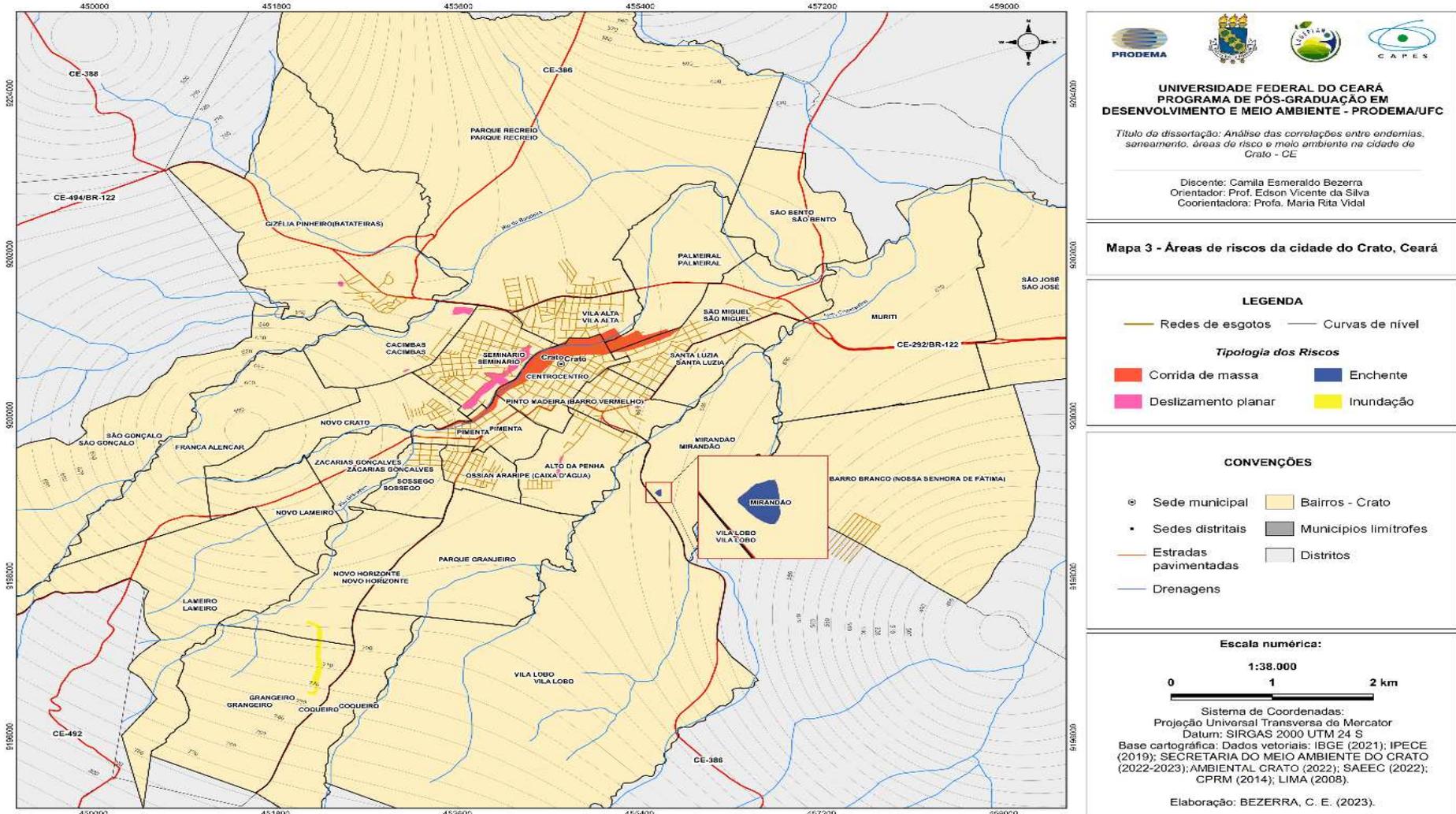
Nas informações fornecidas pela SAAEC, a população atendida com ligações de água para abastecimento é de 38.729 habitantes, ou seja, 29,55% da população, considerando o total de 131.050 habitantes. A cobertura de sistema de abastecimento de água ainda é inferior ao de coleta de esgoto, apesar de estar presente em mais bairros, as ligações por bairros são menores.

A ausência de sistema de abastecimento de água, acarreta em muitos prejuízos à população, como: a distância que precisa percorrer muitas vezes para obter água; se o abastecimento for realizado em carro pipa, as chances dessa água estar contaminada são altas, pois, por causa da ausência de tratamento, a água pode conter patógenos e causar doenças; e ainda, o armazenamento em tambores e/ou outros recipientes que se não estiver coberto é fonte para o foco do mosquito transmissor de doenças como o *Aedes Aegypti*.

Através da espacialização dos bairros no Mapa 2, compreende-se que os bairros que precisam de implantação ou ampliação de sistema de abastecimento de água são: Vila Lobo, Coqueiro, São Gonçalo, Cacimbas, Gisélia Pinheiro, Lameiro, Parque Recreio e Palmeiral.

A elaboração do Mapa 3, teve como objetivo principal demonstrar a espacialidade de áreas de risco correlacionadas à topografia, drenagem fluvial, instalação de redes de esgoto e de abastecimento de água na cidade de Crato e seu entorno imediato.

Mapa 3 - Áreas de risco correlacionadas à topografia, drenagem fluvial, instalação de redes de esgoto e de abastecimento de água, na cidade de Crato e seu entorno imediato.



Fonte: CPRM (2014), LIMA (2018).

A visualização do Mapa 3 possibilita a percepção da configuração topográfica do relevo, com um elevado gradiente topográfico da chapada do Araripe, onde situam-se as nascentes fluviais em cotas acima de 900 m até o nível de base local da cidade do Crato, com cerca de 450 m, onde há uma variação altimétrica de 430 m, segundo estudos do CPRM (2014). Análises e registros pluviométricos indicam que ocasionalmente ocorrem intensidades de chuvas sazonais que levam a grandes aportes de águas pluviais nos sistemas hidrográficos do município do Crato e que em sua maioria fluem para a zona urbana da cidade do Crato.

Como referência no ano de 2014, o CPRM realizou pesquisas que resultaram em diferentes relatórios sobre as áreas de risco na cidade de Crato, dois desses relatórios são pertinentes ao Centro urbano e coincidem em sua plenitude com áreas de maior incidência de casos de Dengue e de Chicungunya, em período vindauro.

Em 2014, o total de precipitação pluvial no Crato foi de 1016,7 mm, sendo que as maiores concentrações das chuvas ocorreram entre os meses de janeiro e março. Observou-se, nos relatórios, os efeitos espaciais e ambientais provocados pelo escoamento de sedimentos e pelas inundações fluviais na área urbana da cidade do Crato, atingindo principalmente as áreas dos bairros do Seminário e do Centro, que correspondem exatamente aos maiores registros de casos de Dengue e Chicungunya.

Como foi anteriormente explicitado, o CPRM desenvolveu diferentes relatórios sobre algumas áreas de risco na cidade de Crato. Em maio de 2014, esta pesquisa usou como referência duas análises realizadas por esse órgão de pesquisa mineral. Os relatórios estão vinculados às “Ações emergenciais para o reconhecimento de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa e enchentes”, sendo uma das pesquisas relacionada às encostas do bairro do Seminário, nas margens do rio Grangeiro, e outra correlacionada espacialmente à calha do rio Grangeiro na área urbana central da cidade do Crato.

O primeiro relatório corresponde ao trecho de parte da encosta do bairro Seminário, junto à margem esquerda do rio Grangeiro, que corresponde a unidade geoambiental Sertões da depressão periférica meridional do Ceará, conforme indica a Figura 09, resultado de pesquisas efetivadas pelo CPRM (2014). A figura em questão, representa o conjunto das áreas de risco correlacionadas a deslocamento de massas e também de enchentes fluviais. Além do conjunto espacial da área urbana em questão a pesquisa da CPRM (2014) representa imagens de áreas ambientalmente críticas no contexto espacial analisado.

Figura 9 – Imagens de áreas de risco do rio Grangeiro abrangendo o Bairro do Seminário, em maio de 2014.



Fonte: CPRM (2014).

Segundo a descrição realizada pela CPRM (2014), a encosta do bairro Seminário dispõem-se de forma paralela à calha fluvial do rio Grangeiro, em área urbana da cidade do Crato. Segundo o órgão de pesquisa, constata-se uma intensa ocupação humana, a ausência de uma drenagem superficial eficiente, presença de fossas sépticas e tubulações de esgotamento sanitário com vazamentos, dispendo-se sobre uma litologia sedimentar friável e muito porosa.

Com a saturação hídrica do talude, ocorre a formação de feições erosivas /voçorocas, de grandes dimensões nas encostas do bairro do Seminário. No interior e bordas dessas voçorocas ocorre uma ocupação residencial irregular, que ocupa uma superfície de cerca de 240m de extensão. Nessa área, instalaram-se cerca de 190 residências/famílias correspondendo a um total 760 pessoas, que vivem permanente em situação de alto risco e muito alto risco ambiental, principalmente devido a processos de escorregamento sedimentar. Entre os efeitos provocados nas voçorocas e seu entorno imediato, estão as rachaduras e instabilização nas paredes e alicerces das residências, com alto risco de desabamentos e soterramentos.

O CPRM (2014) sugere como forma de sugestões de intervenções: (i)Obras de melhorias na infraestrutura urbanística, como, implantação de sistema eficiente de drenagens de águas pluviais e seu correto direcionamento até as drenagens naturais; (ii) Implantação de sistema de coleta de esgoto adequado e eficiente; (iii) Conscientização da população sobre os riscos de construções feitas de forma incorreta (corte/aterro; na crista ou próximo à base do talude) e sem conhecimentos técnicos; (iv) Implantação de políticas de controle urbano para inibir futuras construções e ocupações em áreas de risco - fiscalização eficiente e constante nestas áreas; (v) Formação de líderes comunitários para apoiar a Defesa Civil Municipal; (v) Palestras visando uma conscientização ambiental e em relação às áreas de risco do município e (vi) Instalação de pluviômetros para monitoramento e alerta em alguns pontos estratégicos do município. A outra área de risco devidamente analisada pelo CPRM (2014), corresponde à Figura 10, onde se representam imagens mostrando as situações ambientais de parte da calha urbana do rio Grangeiro no setor urbano central da cidade do Crato.

Figura 10 – Imagens de áreas de risco na calha fluvial do rio Grangeiro na cidade do Crato.



Fonte: CPRM (2014).

Conforme a descrição efetivada pelo CPRM (2014), a sub-bacia hidrográfica do rio Granjeiro corresponde a uma superfície de captação hídrica que esco a partir da borda da

chapada do Araripe, formando um anfiteatro que concentra os fluxos das águas superficiais em direção a cidade do Crato.

No desenho de seu escoamento há um acentuado desnível topográfico entre o relevo mais elevado da bacia e as suas superfícies mais baixas, onde se localiza a área urbana do Crato. Desde suas nascentes na chapada até o Centro da cidade, há uma diferença altimétrica de 480 m, em uma extensão de 5,8 km.

Segundo as pesquisas do CPRM (2014), a diferenciação das rochas da bacia sedimentar do Araripe, que estão dispostas horizontalmente, junto com depósitos de colúvio e tálus, contribuem para uma erosão diferencial, favorecendo o deslocamento e quedas de blocos de arenitos no topo da chapada, que chegam gradativamente a porções mais baixas dos canais de drenagem por gravidade, acumulando-se nestes. Os litotipos da Formação Santana, que possuem grande parte exposta na porção mediana da bacia, desenvolvem solos mais espessos e erodíveis.

É durante os períodos de maior concentração de chuvas que as camadas de solos são mais erodidas pela ação hídrica, com os sedimentos diluídos e, assim, contribuindo para aumentar a densidade do fluido, aumentando a capacidade para carrear blocos pesados que vão se acumulando ao longo dos canais fluviais de afluentes. Estes processos terminam por carrear uma grande quantidade de sedimentos e blocos de rochas para o canal principal do rio Granjeiro, já na área urbana do Crato, que não tem dimensionamento correto para suportar um fluxo de detritos de alta velocidade. No mês de janeiro de 2011, grande parte do canal do rio Granjeiro (Figura 11) foi destruído, atingindo também algumas casas ao seu redor. Carros, motos, eletrodomésticos, pontes e outros objetos de grande peso foram levados até a planície de deposição, longe da sede. Na parte mais a montante do canal os detritos acumularam-se, causando o entupimento, fazendo com que a água e a lama extravasassem pelo centro da cidade. Desse modo, os processos de movimentos de massa atingem, durante os períodos chuvosos de maior intensidade, um grau de risco ambiental muito alto, sendo que em 2014, atingiu um total de cerca de 1.000 residências/ famílias, afetando aproximadamente 4.000 pessoas.

Figura 11 – Mosaico de fotos representando as consequências da enchente no canal do Rio Granjeiro no ano de 2011 no Crato.



Figura 11 – Imagem do mosaico tendo em (A) Carro levado pela enchente no canal do Rio Granjeiro (Foto: Lireida Bezerra, 2011); (B) Materiais como árvores e outros trazidos pela enchente (Foto: Lireida Bezerra, 2011); (C) Invasão da água nos comércios e destruição das mercadorias no Centro do Crato (Lireida Bezerra, 2011); (D) Posto de gasolina no Centro, próximo ao canal do rio Granjeiro, atingido pelos movimentos de massa decorrentes da pluviosidade (Foto: Lireida Bezerra, 2011).

Como se pode constatar, a enchente no rio Grangeiro causa muitos transtornos à população, desde a perda de bens materiais, moradias, além do contato das águas da chuva com esgotos, tornando-se vulneráveis à proliferação de doenças como a leptospirose.

O relatório em questão, oferece as seguintes sugestões de intervenções para essa área de risco do rio Grangeiro: (i) Manutenção dos sistemas de drenagem, com limpeza dos córregos assoreados e retirada dos blocos rochosos do leito dos rios, evitando assim, a sua obstrução nos momentos de elevada vazão; (ii) Implantação de programas de educação ambiental voltado para a comunidade, afim de evitar o lançamento de detritos nos rios e córregos, evitando seus assoreamentos; (iii) Implementação de políticas de controle urbano para evitar construções e intervenções inadequadas em áreas de inundação; (iv) Instalação de um sistema de alerta para chuvas anômalas, para que os moradores possam ser removidos temporariamente do local com antecedência.

Com base nas informações registradas, é possível efetivar uma correlação imediata entre a presença de áreas de risco com a maior ocorrência de endemias, onde a presença de áreas inundáveis constitui um elemento ambiental fundamental para a proliferação do *Aedes aegypti*, o principal agente transmissor do Dengue e da Chicungunya. As cartografias representativas espelham essa realidade e objetivam em contribuir para a instituição de políticas públicas no sentido de promover o combate às endemias, à conservação e ao monitoramento ambiental.

Para o controle das áreas de risco não se deve ater apenas em ações em seu entorno imediato; há que compreender a realidade sistêmica das unidades geoambientais do município do Crato e especificamente sobre a área urbana de sua sede municipal. Assim, causas e origens socioambientais múltiplas levam ao surgimento e ampliação de áreas de risco. Desta forma, as intervenções de planejamento e gestão territorial devem ser de caráter interdisciplinar e envolver diferentes esferas de atuação.

Diante do contexto, Sobreira Neto (2019), corrobora com o exposto ao informar que as águas dos Rios Batateira e Grangeiro, ao percorrer o município do Crato adquirem efluentes doméstico e residencial. Não obstante esse tipo de poluição, ainda há a contribuição da população que descarta nos leitos dos rios animais mortos, resíduos sólidos de diferentes materiais e compostos.

Esses fatores reforçam ainda mais a necessidade de se considerar difentes variáveis, não apenas relacionados à infraestrutura, mas também à sensibilização das pessoas para que elas venham a contribuir com uma gestão eficiente do município.

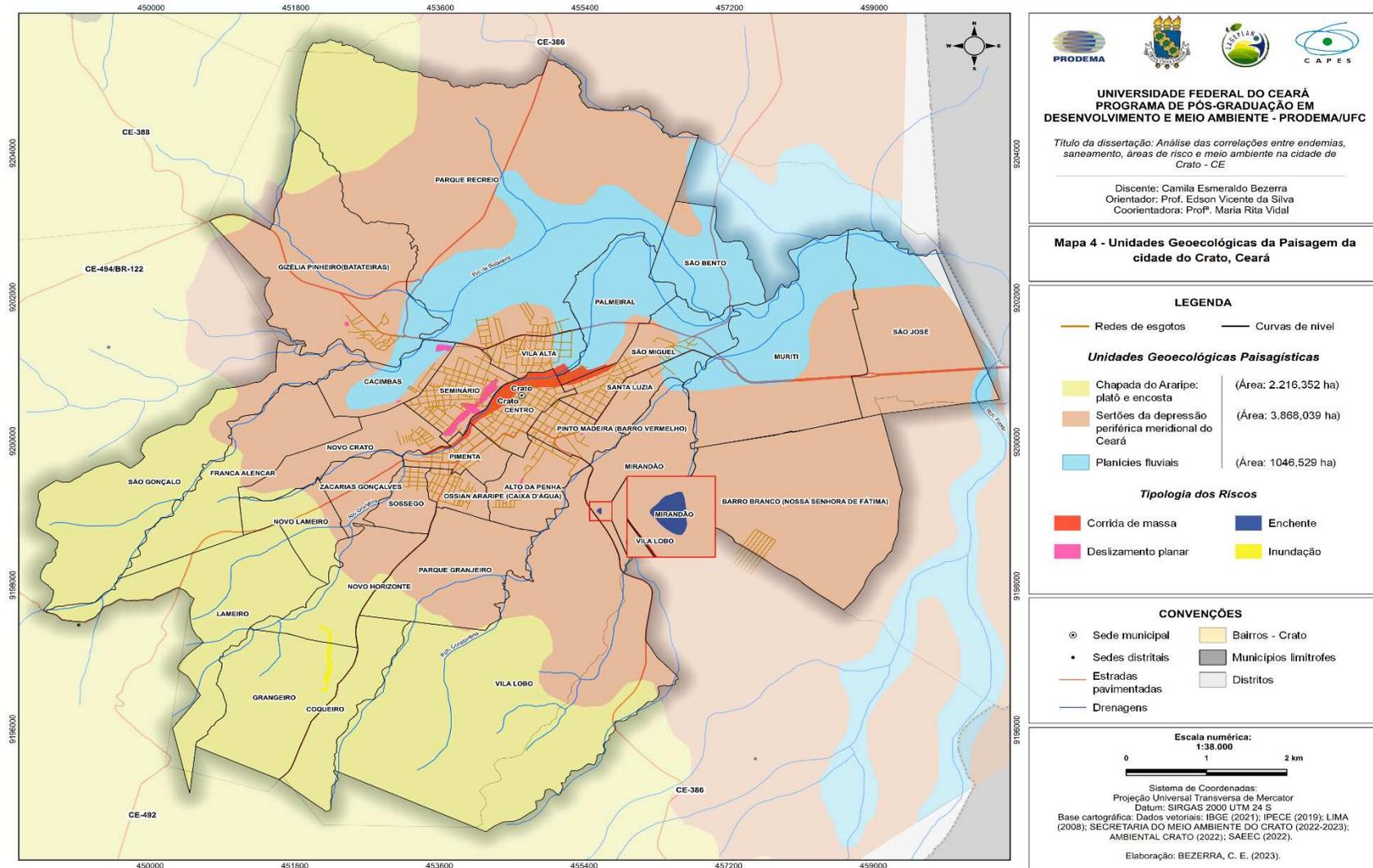
A compartimentação geoambiental realizada por Lima (2018), foi fundamental para se definir as subunidades geoambientais representadas pelo Mapa 4, onde se identificam a: (i) Chapada do Araripe com seu platô e encosta, (ii) Sertões da Depressão Periférica Meridional e (iii) Planícies fluviais. A identificação de sistemas e subsistemas geoambientais foi fundamental para analisar as influências ambientais nas ocorrências de Dengue e Chikungunya.

O platô e os subsistemas de encosta, no município do Crato, possuem uma superfície de 2.216 ha, correspondendo na classificação de Tricart (1971), um meio fortemente instável, cuja morfodinâmica é superior à pedogênese. Corresponde os rebordos erosivos da Chapada do Araripe, que estão submetidos a ações de pedimentação, estabelecendo contato com a depressão sertaneja de forma abrupta.

Litologicamente é um ambiente constituído por sedimentos da Formação Arajara e da Formação Santana, onde se desenvolvem os solos tipo Neossolo litólico e Luvisolo crômico. Possui um clima subúmido, com precipitações médias anuais de até 900mm (FUNCEME, 2006), que juntamente com as fontes hídricas subterrâneas atua na formação de uma importante rede de drenagem.

No alto da chapada, em seu platô, há presença de um cerradão, enquanto suas encostas estão revestidas por mata seca, caatinga arbóreo-arbustiva e vegetação secundária. Como forma de uso predominante, Lima (2018) destaca a agricultura de subsistência como plantações de milho, feijão e arroz, mandioca, amendoim, banana, coqueiros, extração do babaçu, pastagem, pecuária extensiva, extrativismo vegetal de lenha para carvão e madeira.

Mapa 4 – Unidades geológicas paisagísticas da cidade de Crato-CE.



A Depressão periférica, é constituída basicamente por material predominantemente sedimentar, com uma superfície de 3.868 ha. Sofre intensos processos de pedimentação, constituindo um relevo plano a suavemente ondulado, apresentando altimetrias variando de 400 a 520 m.

Segundo Lima (2018), o subsistema é formado por sedimentos da Bacia Sedimentar do Araripe e por depósitos de terraços fluviais, sendo material de origem sedimentar, de textura arenosa e bastante permeável. As condições climáticas subúmidas são predominantes (médias anuais de 900mm a 1200mm) a semi-árida (médias anuais em torno de 900mm) em áreas mais distantes da Chapada do Araripe (FUNCEME, 2006).

Os solos predominantes nessa área vinculam-se à associação de Luvisolo crômico com Neossolo quartzarênico, estando revestidos por mata seca nas áreas mais elevadas e por caatinga arbóreo-arbustiva e vegetação secundária nos ambientes rebaixados.

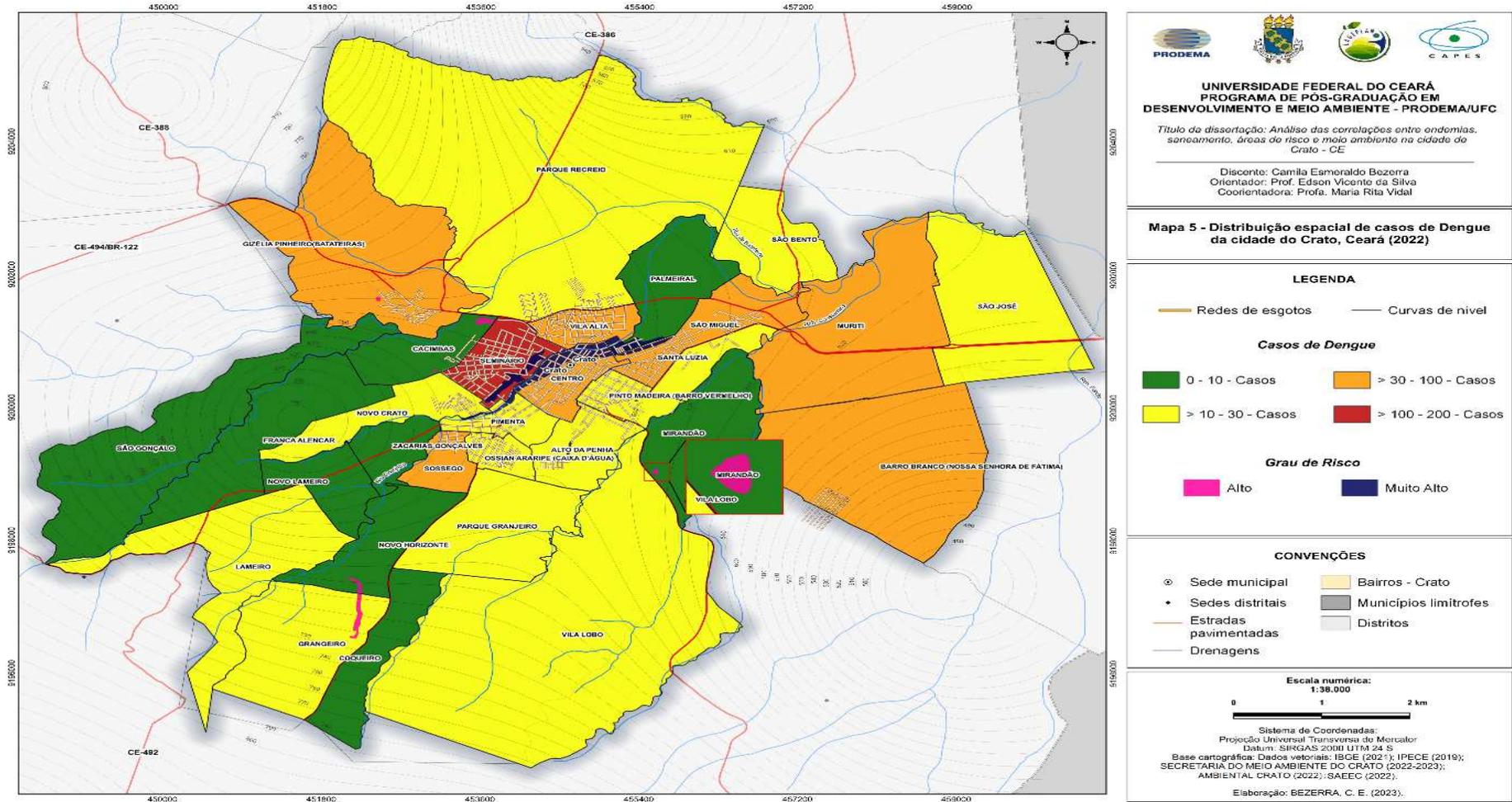
As principais formas de uso se relacionam com a pecuária extensiva, agricultura de subsistência como milho, feijão, fava e arroz, fruticultura, chácaras para veraneio e o ambiente urbano da cidade do Crato.

Nos baixos cursos dos rios na cidade do Crato se formam amplas Planícies fluviais, ocupando uma área de 1.047 ha ambientalmente instáveis, devido às sazonalidades climáticas que influem diretamente nos volumes e distribuição das precipitações pluviais e, conseqüentemente, no aporte e deposição de sedimentos. Correlacionam-se a um clima subúmido, com precipitações médias anuais entre 800mm a 1100mm (FUNCEME, 2006).

As principais formas de uso e ocupação no subsistema das planícies fluviais estão relacionados aos cultivos de canaviais, extração de argilas e areias para a construção civil, agricultura com irrigação de milho, feijão e arroz, pecuária, pastagem e fruticultura.

Ao se observar o Mapa 5, que trata sobre a distribuição espacial de casos de dengue na cidade do Crato, relativo ao ano 2022, constata-se que o bairro do Seminário corresponde às áreas de maior ocorrência de casos, com um total de 134 ocorrências, e ainda é a área que corresponde aos eventos de ocorrências de deslizamento de massa e às áreas de inundação.

Mapa 5 - Concentração de casos de Dengue na cidade de Crato e seu entorno imediato, no ano de 2022.



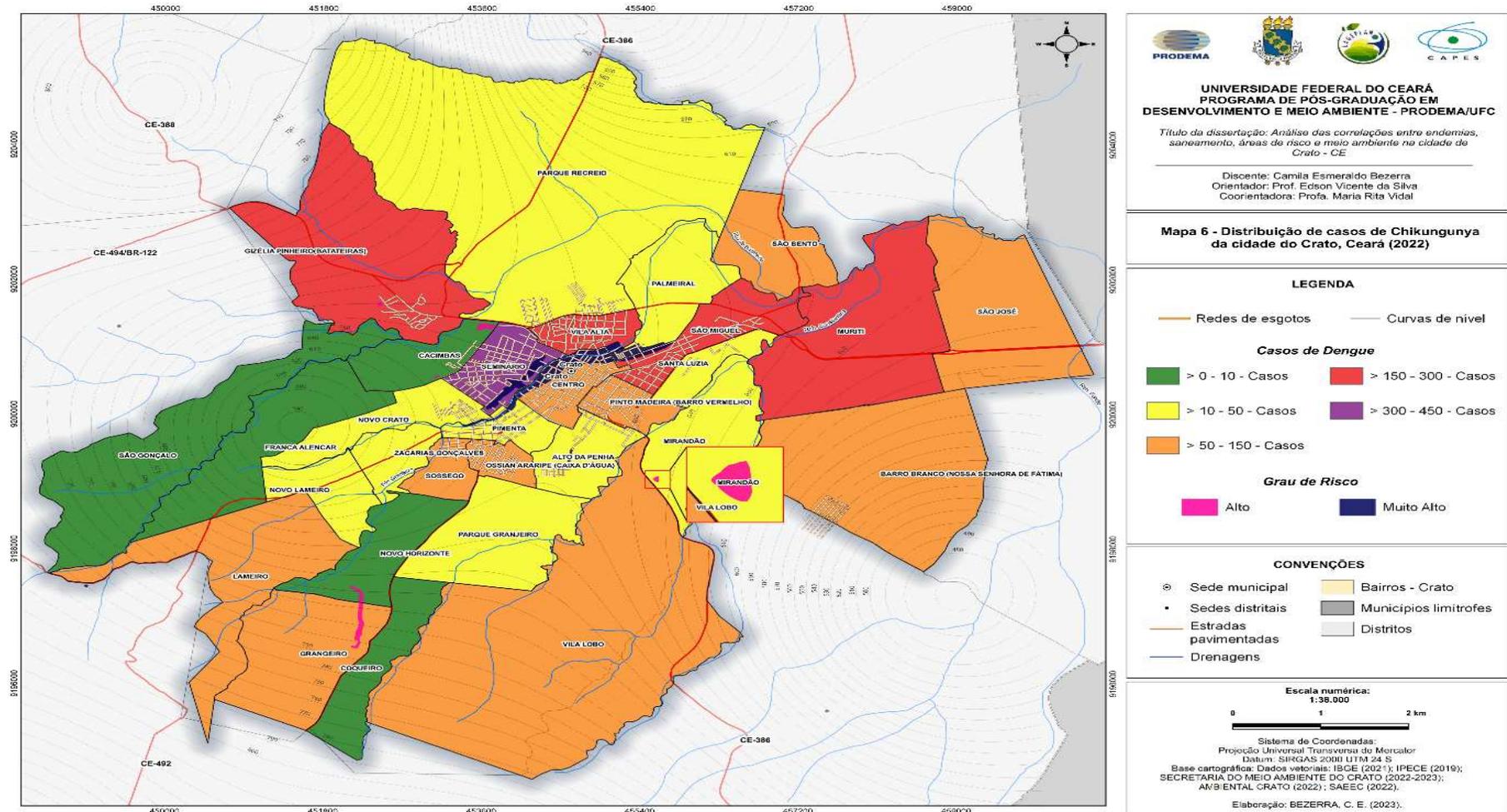
O bairro Seminário é um território contíguo à zona de alto risco ambiental, onde se concentram processos de inundação e escorregamento de sedimentos, o que indica ser um elemento indutor à elevada ocorrência de casos.

Os bairros vizinhos de Sossego (33), Vila Alta (82), Centro (33) e São Miguel (36), estão espacialmente próximos dessas áreas de risco vinculadas às cheias do rio Grangeiro.

A presença de inundações vinculadas ao rio Batateira influencia diretamente ao bairro Gizélia Pinheiro (32) e o riacho Constantino ao bairro do Muriti (82). Constata-se então que a área contígua às zonas de risco no centro urbano da cidade do Crato, representam os maiores valores na ocorrência de casos de dengue.

O Mapa 6 representa a espacialidade de ocorrências de casos de chikungunya na cidade do Crato por bairros. Nesse contexto territorial urbano se destacam o bairro do Seminário, como a unidade de maior ocorrência com 447 casos. Em seguida, estão os bairros de Muriti (299), Vila Alta (262), São Miguel (169), Gisélia Pinheiro (157), Vila Lobo (124), São José (116), Centro (103) e Pinto Madeira (103).

Mapa 6 - Concentração de casos de Chikungunya na cidade de Crato e seu entorno imediato, no ano de 2022.



O Seminário é o bairro que encontra de forma contígua a uma zona de alto grau de risco ambiental, onde estão também bem próximos os bairros Vila Alta, Santa Luzia e São Miguel. Gisélia Pinheiro está inserida em um espaço sob a influência do rio Batateiras, que se destaca localmente por suas áreas de inundações durante os períodos chuvosos. O mesmo ocorre com o bairro Muriti, que recebe a drenagem do riacho Constantino.

Toda a drenagem representada nos mapas 5 e 6, indicam que as águas superficiais, oriundas majoritariamente das encostas da Chapada do Araripe assumem uma elevada capacidade de escoamento hídrico e transporte de carga de sedimento.

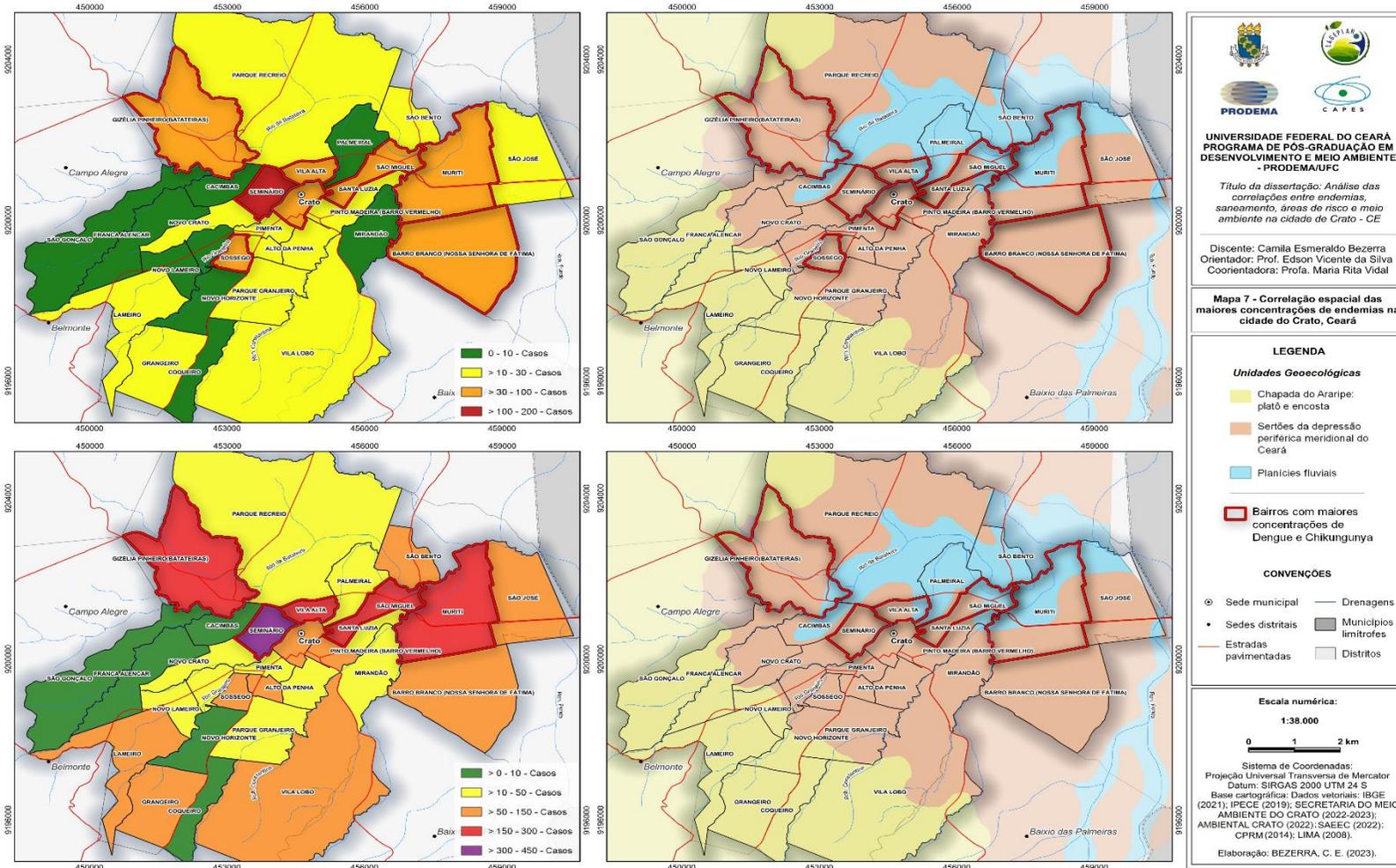
Esses rios e riachos oriundos das encostas, se espalham ao chegar nos seus médios e baixo curso, onde há a presença de extensas planícies fluviais nas áreas rurais. Porém, nas áreas urbanas, os rios são artificialmente drenados por canais pluviais, fazendo com que, durante as grandes precipitações, as águas saiam de seu leito principal e inundem ruas e superfícies adjacentes. Tal ocorrência aumenta a propagação de áreas alagadas e, logicamente, o aumento da proliferação da transmissão de dengue e chikungunya.

Atualmente, se discute muito a necessidade de que os rios e planícies fluviais urbanas passem por um processo de restauração de suas condições naturais originais, e assim possam mitigar os efeitos prejudiciais das inundações.

A efetivação e aplicabilidades de medidas de conservação, recuperação e preservação ambientais serão discutidas ao se tratar sobre possíveis medidas de planejamento e gestão urbana.

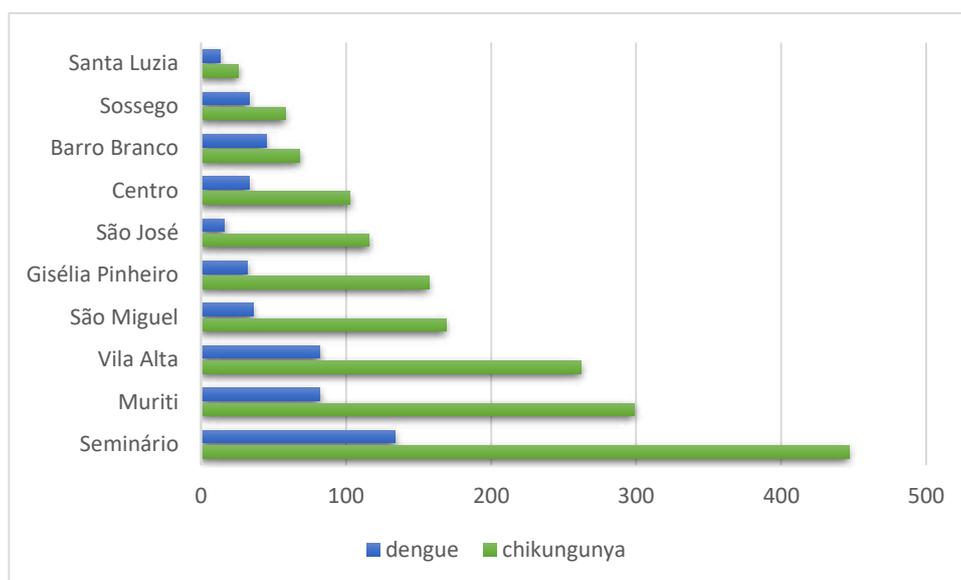
O Mapa 7 representa os bairros com maiores concentrações de ocorrências de Dengue e Chikungunya. Espacialmente se verifica uma correlação com o sistema de drenagem e diretamente com a presença de áreas de risco ambiental. Tanto a Dengue como a Chikungunya apresentam uma maior concentração em superfícies correlacionadas aos Sertões da Depressão Periférica Meridional, onde espacialmente se situam as áreas de risco e também onde ocorrem as cheias e inundações fluviais, principalmente onde as calhas fluviais tornam-se estreitas para suportar o enorme volume de escoamento no período das grandes precipitações.

Mapa 7 - Bairros com maiores concentrações de dengue e chikungunya.



Coincidentemente, ambas as endemias apresentam um perfil de dispersão espacial bastante similar, onde os bairros do Seminário, Centro (Crato), Vila Alta, Santa Luzia, São Miguel e Muriti, justamente onde há o contato entre as unidades geoambientais da Depressão Sertaneja com as Planícies Fluviais, correspondem aos ambientes frequentemente inundados nos períodos chuvosos (Gráfico 11).

Gráfico 11 - Bairros com maiores incidências de dengue e chikungunya no Crato-2022.



Fonte: Elaborado pela autora, dados da Secretaria Municipal de Saúde do Crato (2022).

Outros três bairros com elevada incidência de Dengue e Chicungunya, porém periférico a esse corredor central do centro urbano da cidade do Crato, são: Gisélia Pinheiro, drenado pelo rio Batateiras, onde ocorrem frequentes inundações; o Sossego, em área de inundação fluvial do rio Granjeiro; e finalmente o setor oeste da cidade constituído pelos bairros de Barro Branco, Muriti e São José, que correspondem a áreas de inundação de baixos cursos fluviais, entre estes os riachos Fundo e Constantino.

Configura-se como a área mais crítica em incidência de Dengue e Chicungunya, os bairros do Seminário, Centro, Santa Luzia e São Miguel. Sendo, portanto, a área onde se devem dirigir com maior intensidade as medidas de combate às endemias em questão (Quadro 4).

Quadro 4: Correlação entre as unidades geocológicas e os bairros da cidade do Crato - Ce.

Unidades	Bairros	Situação ambiental
Sertões da Depressão Periférica Meridional	Gisélia Pinheiro, Seminário, Vila Alta, São José e Barro Branco	As calhas fluviais tornam-se estreitas para o enorme volume de escoamento. Maiores cheias e inundações fluviais, áreas de risco
Depressão Sertaneja com as Planícies Fluviais	Seminário, Centro (Crato), Vila Alta, Santa Luzia, São Miguel e Muriti	Ambientes frequentemente inundados nos períodos chuvosos.
Planícies Fluviais	Gisélia Pinheiro, Sossego, Barro Branco, Muriti e São José	Áreas de inundação de baixos cursos fluviais, entre estes os riachos Fundo e Constantino.
Depressão Sertaneja com as Planícies Fluviais	Seminário, Centro, Santa Luzia e São Miguel	Áreas mais críticas em incidência de Dengue e Chicungunya

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Diante do contexto, constata-se a correlação da componente drenagem com as arboviroses dengue e chikungunya. Abaixo, na Tabela 10 está presente a correlação da dengue com o abastecimento de água na cidade do Crato.

Tabela 10 – Correlação entre arboviroses e sistemas de saneamento básico.

	DENGUE	CHIKUNGUNYA	POP_agua	POP_ESGOTO	Consumo_agua
DENGUE	1.00	0.94	0.81	0.26	0.78
CHIKUNGUNYA	0.94	1.00	0.82	0.24	0.76
POP_agua	0.81	0.82	1.00	0.57	0.98
POP_ESGOTO	0.26	0.24	0.57	1.00	0.52
Consumo_agua	0.78	0.76	0.98	0.52	1.00

Fonte: Dados da SAAEC (2022) e Secretaria Municipal de Saúde do Crato (2022).

Através da Tabela 10, é possível verificar, no que tange a população que é abastecida com água, que há uma forte correlação com as arboviroses. O resultado mostrou que entre presença de ligação de água com a dengue existe uma correlação forte e positiva de 0,81 ou 81%, ou seja, a medida que a população tem uma maior cobertura de água, também tem um aumento de incidência de casos de dengue.

Referente ao atendimento de água da população com a chikungunya, também não é diferente, a correlação foi de 0,82, o equivalente a 82%. Isso significa que quanto maior o abastecimento de água, maior serão os números de casos de chikungunya.

Apesar de se esperar que quanto maior o atendimento da população a rede de abastecimento de água, menor os números de casos de dengue e chikungunya, o resultado da pesquisa mostrou justamente o contrário. Não se sabe de que forma a água que chega as residências são armazenadas, se é através de caixas d'água e se as mesmas são protegidas com tampas, se há vazamentos e forma-se poças de água, ou ainda se a população deixa água

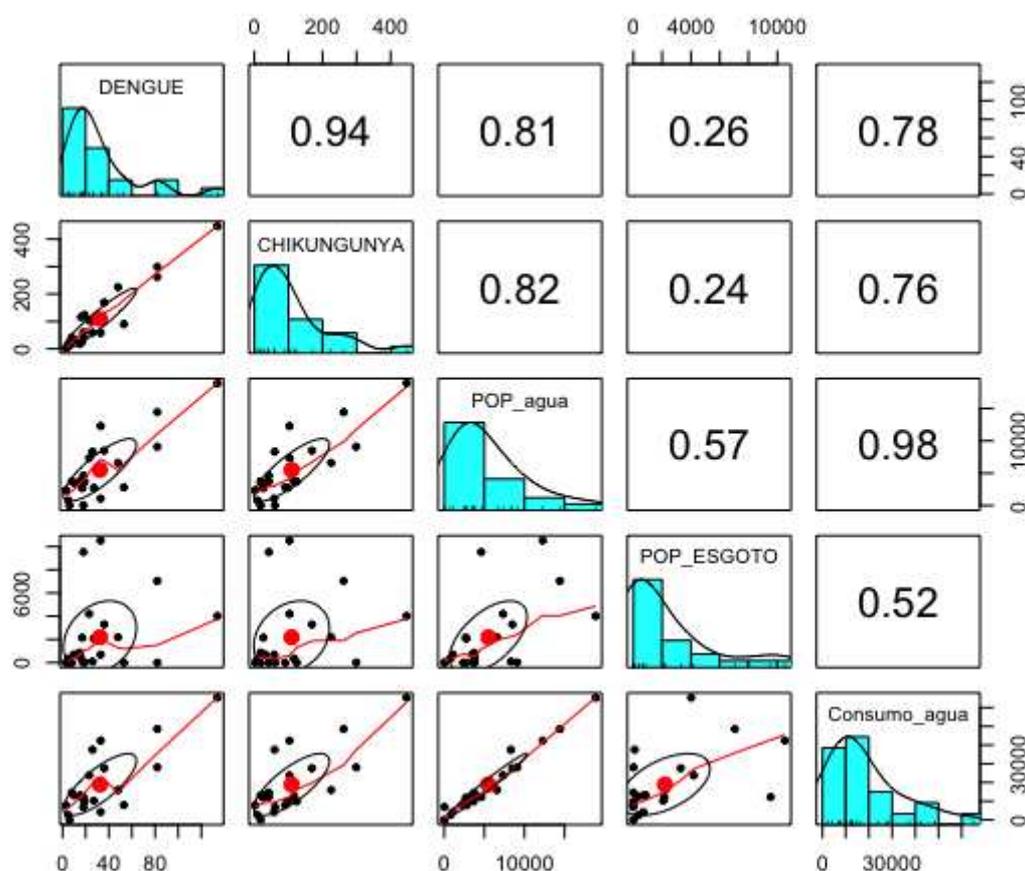
acumulada em seus quintais. Outros fatores também podem estar elencados com o aumento das arboviroses dengue e chikungunya, os quais seriam: a presença de terrenos baldios e o empoçamento de água da chuva e resíduos sólidos descartados de forma incorreta.

Outra variável analisada que corrobora com o resultado acima é o consumo de água, pois de acordo com a Tabela 10, a relação entre o consumo de água com a dengue é de 0,78 ou 78%. O que sugere que quanto maior o consumo de água, maior o caso de dengue. Para a chikungunya também houve uma forte correlação com o consumo de água de 0,76, o que corresponde a 76%.

Esse resultado de quanto maior a disponibilidade de água, maiores os casos de arboviroses está coerente com o que é esperado. Segundo Silva *et. (2017)*, a dengue é uma doença que está mais associada ao desenvolvimento do agente transmissor em águas acumuladas de forma inadequada, podendo ser em decorrência da ausência de drenagem urbana, o que pode prejudicar o escoamento de águas pluviais, ou provenientes de outras fontes, concentrando-se em superfícies – seja por resíduos sólidos ou materiais dispostos de forma incorreta, acumulando água, ou até mesmo caixas d'água destampadas.

No que concerne a população que tem ligação de esgoto com a incidência de dengue, a Tabela 10 mostrou que há uma correlação fraca e positiva de 0,26 ou apenas 26%, significando que o atendimento da população com sistema de esgoto não tem muita relação com o aumento dos casos de dengue. Da mesma forma com a chikungunya, a correlação entre população com esgotamento sanitário e a chikungunya foi de 0,24 ou 24%, ou seja, há pouca relação entre as duas variáveis. No Gráfico 12 abaixo, é possível perceber o comportamento das variáveis dos sistemas de saneamento água e esgoto com as arboviroses dengue e chikungunya.

Gráfico 12 – Correlação entre abastecimento de água, esgoto, dengue e chikungunya.



Fonte: Dados da SAAEC (2022) e Secretaria Municipal de Saúde do Crato (2022).

O Gráfico 11 reforça os dados apresentados da Tabela 10, das correlações entre abastecimento de água, consumo de água e esgotamento com as arboviroses dengue e chikungunya. Existem a correlação de outras variáveis como aquela entre dengue e chikungunya que é de 0,94 ou 94%, uma forte correlação positiva, ou seja, quanto maior o número de casos de dengue, maior também os de chikungunya. O que faz muito sentido, tendo em vista que o agente transmissor principal de ambos os vírus é o mosquito *Aedes aegypti* e que um indivíduo pode ter uma infecção pelos dois vírus ao mesmo tempo, a denominada coinfeção.

O Jornal Folha de Pernambuco em 2023, relatou a pesquisa do professor Renato Santana da Universidade Federal de Minas Gerais, a respeito da importância de ações de combate ao mosquito, considerando a cocirculação dos dois vírus dengue e chikungunya e as altas taxas de coinfeção, o que propõe que o *Aedes aegypti* está circulando com os dois vírus.

Sendo assim, a correlação do Gráfico 10 mostra que dengue e chikungunya tem uma forte correlação.

Um estudo realizado por Silva *et al.* (2017) referente ao saneamento e saúde pública na Bacia Hidrográfica do Riacho Reginaldo em Maceió, percebeu que o Centro foi um dos bairros que mais se destacou como maiores casos de dengue e, apesar de ter baixa densidade populacional, é onde funciona o comércio que está localizado na orla marítima e é onde desemboca o riacho Reginaldo.

O resultado da presente pesquisa foi divergente dos encontrados por Freitas, Barbosa e Silva (2019), visto que as variáveis de educação básica e serviço de abastecimento de água não puderam ser comprovadas nas alterações da intensidade de casos de dengue. Já as variáveis renda média, densidade populacional, coleta de resíduos sólidos e esgotamento sanitário interferiram diretamente no aumento dos casos de dengue. Como se percebe, a variável abastecimento de água não tem uma correlação significativa e esgotamento sanitário teve.

Cysne (2019, p.38), afirma que “a associação entre saneamento básico inadequado e arboviroses é corroborada por inúmeras pesquisas (veja, por exemplo, Capara et al., 2009, e Silvia e Machado, 2018).” Existem ainda outras pesquisas que relacionam outros fatores com as arboviroses, como a de Magalhães et al. (2019), que relaciona condicionantes climáticas e socioeconômicas na espacialização da dengue. Teixeira e Cruz (2009) verificaram a correlação entre a incidência de dengue e os índices pluviométricos, o índice de Gini e o índice de Breteau, na cidade do Rio de Janeiro.

Na verdade, são diversos fatores que contribuem para a alta incidência de casos de arboviroses. Mondini e Chiaravalloti (2007) concluíram que a relação entre os aspectos socioeconômicos e transmissão de dengue necessita de mais estudos e que possivelmente, ela deriva da realidade de cada município. E que o resultado de sua pesquisa em São José do Rio Preto tem a possibilidade dos diferentes casos de dengue estarem relacionados a outras variáveis que não as condições socioeconômicas.

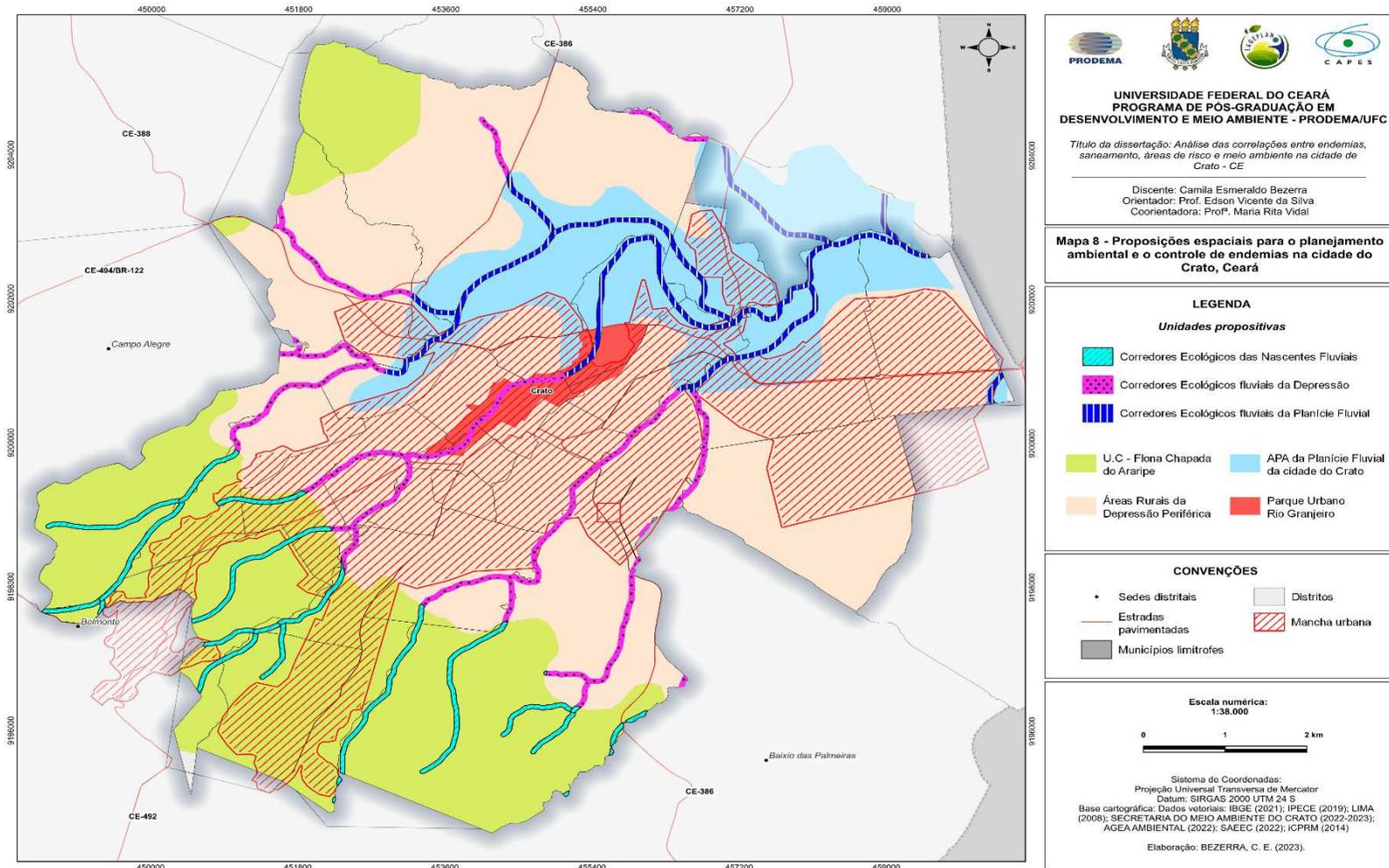
A replicação de casos é resultado de uma combinação de fatores, sendo eles: os altos índices pluviométricos em 2022-2023; o crescimento de infestação do *Aedes aegypti*; e a suspensão das campanhas de combate contra o mosquito no período da pandemia de covid-19, tendo todos esses aspectos contribuído para a propagação da dengue e cikungunya (Folha de Pernambuco, 2023).

Diante do contexto, faz-se necessário considerar difentes fatores no combate as arboviroses, como saneamento, educação, clima e outros, através de pesquisas que possam contribuir com metodologias, como também na atuação do Poder Público.

5.2 Proposições e projeções de cenários para o desenvolvimento sustentável de base local

Através da visualização das unidades geológicas paisagísticas delimitadas a partir da cartografia territorial desenvolvida por (Lima, 2008), constata-se a necessidade de se estabelecerem algumas medidas de gestão ambiental, presentes no Mapa 8.

Mapa 8 – Mapa de proposições para gestão ambiental do Crato.



A área da Chapada do Araripe (platô e encosta) possui uma área de 2.217 ha, sendo a unidade onde nascem os principais cursos de água que chegam até a cidade de Crato. Ao mesmo tempo, parte da Chapada constitui uma Unidade de Conservação de uso indireto, a Floresta Nacional do Araripe. Propõem-se nessa pesquisa, que sejam construídos corredores ecológicos como áreas de preservação permanentes nas superfícies correspondentes às encostas da chapada.

A unidade de sertões de Depressão Periférica Meridional que compreende parte do município do Crato, tem-se a drenagem fluvial em forma de vales com cursos bastante retilíneos, que devem ser protegidos como Áreas de Preservação Permanente (APPs), estimulando-se um intenso reflorestamento de suas margens com espécies arbóreas e arbustivas nativas.

No início das áreas urbanas, os cursos de água fluviais passam a receber maiores influências ambientais negativas pelos diferentes processos de uso e ocupação. Tais ações vão se intensificando em direção ao Centro da cidade do Crato, consolidando-se, enfim, como áreas de risco ambiental por enchentes, corridas de massa e deslizamento planar.

As superfícies de drenagens fluviais correspondem às áreas urbanas. Tais áreas são consideradas locais ambientalmente mais críticos, merecendo uma atenção emergencial no sentido de reverter os processos de artificialização dos canais fluviais.

Uma efetivação de parques ecológicos urbano-fluviais poderia mitigar grande parte dos processos de riscos ambientais presentes na área central da cidade do Crato, junto ao rio Grangeiro e também nas áreas rurais vinculadas às drenagens do rio Batateira e o riacho Constantino.

Há uma extensa área de Planície Fluvial com 1.047 ha, sendo uma superfície ecologicamente importante na recepção dos fluxos hídricos e sedimentares que se intensificam nos períodos chuvosos.

Propõem-se para esta área a efetivação das políticas ambientais, onde serão intensificadas as ações de reflorestamento com espécies de vegetação de várzea, como palmáceas, carnaubeira (*Copernicia prunifera*), buriti (*Mauritia flexuosa*) e babaçu (*Attalea speciosa*). Estas palmeiras devem ser acompanhadas por espécies autóctones de árvores e arbustos componentes da Vegetação de Várzea, Vegetação Ribeirinha e Mata Ciliar.

As ações de adensamento da vegetação das planícies fluviais trarão importantes efeitos na mitigação das inundações e favorecerá diretamente na qualidade paisagística e proteção da biodiversidade faunística.

O ambiente urbano da cidade do Crato merece intervenções urbanas no que tange à melhoria da rede drenagem das ações pluviais e um monitoramento no lançamento das águas servidas. Especificamente sobre o controle dos vetores de endemias a Dengue e Chikungunya, é necessário um maior controle nos processos de transmissão.

É preciso aumentar a fiscalização para monitorar de que forma as residências armazenam a água, se a caixa d'água é coberta, se há focos em terrenos baldios e presença de resíduos sólidos ou outros materiais que podem acumular água. No tocante ao esgotamento, apesar de ter tido uma fraca correlação com as arboviroses, é preciso ampliar e implantar o sistema de esgotamento, pois ela causa outras doenças.

As ações propostas devem ser melhor planejadas em seus processos de gestão, com a efetivação de uma equipe que trate sobre a proliferação de endemias e a conservação ambiental. Políticas Públicas devem ser intensificadas e consolidadas através da atualização de um Plano de Saneamento Ambiental, diretamente vinculado a um Plano Diretor Municipal que será construído de forma democrática e participativa.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os bairros que apresentam altas incidências de casos de dengue e Chikungunya são aqueles em que o sistema de drenagem pluvial é ineficiente e há presença de áreas de riscos ambiental, que correspondem aos sistemas geoambiental com maiores coberturas dos sistemas de água, ou seja, existe uma relação entre as áreas com abastecimento de água e áreas suscetíveis a enchentes e inundações fluviais com as arboviroses.

Com relação ao sistema de esgotamento, apesar da presente pesquisa não ter tido uma forte correlação com as arboviroses, ele é fonte de outras doenças como parasitoses, diarreias, esquistossomose, febre tifoide, amebíase, cóleras e outras. Dessa forma, o sistema de esgotamento precisa ser implantado nos bairros, Muriti, São Bento, São José, Mirandão, Barro Branco, Lameiro, Granjeiro, Coqueiro, Parque Granjeiro e Vila Lobo. A porcentagem de atendimento de esgoto na cidade do Crato é de 33,73% da população, um resultado que mostra a necessidade de avanços em termos de coleta de esgoto. Além da cobertura de esgoto ser baixa, ainda existe um outro fator importante e que deve ser considerado: o tratamento do efluente que é ainda menor.

Os resultados mostraram que existe uma forte correlação entre a variável abastecimento e consumo de água. Sendo assim, faz-se necessário averiguar de que forma a água que chega nas residências está sendo armazenada, se existem vazamentos que se acumulam e tornam-se poças d'água, mapeamento de caixas d'água das residências a fim de verificar se estão devidamente cobertas, fiscalizar terrenos baldios para examinar se há pontos propícios a proliferação do mosquito, como água acumulada ou resíduos sólidos descartados de forma incorreta.

Referente ao sistema de abastecimento de água compreende-se que os bairros que precisam de implantação ou ampliação são: Vila Lobo, Coqueiro, São Gonçalo, Cacimbas, Gisélia Pinheiro, Lameiro, Parque Recreio e Palmeiral.

A partir do conhecimento das áreas mais críticas com relação a incidência de dengue e Chikungunya, foi possível traçar as medidas capazes de mitigar o problema. Sendo assim, algumas ações que podem contribuir com a redução dos casos das arboviroses são o reflorestamento da vegetação de várzea e mata ciliar, a efetivação e/ou fiscalização das Áreas de Preservação Permanente, melhoria da rede de drenagem, e trabalhos de Educação Ambiental com a população, para não realizar descarte incorreto de resíduos sólidos nas ruas ou nos leitos dos rios, além de fortalecer a gestão municipal.

O plano de saneamento a ser implementado no Plano Diretor Municipal do Crato deve aplicar uma metodologia interdisciplinar e participativa, onde todos os atores dos meios rurais e urbano possam contribuir em todas as etapas do planejamento e gestão. É fundamental que esse envolvimento seja efetivado por meio de cursos e oficinas de caráter analítico, diagnóstico e propositivo.

A legislação ambiental, com direitos e deveres do Estado e dos diferentes cidadãos deve ser democraticamente divulgada. As condições ambientais estão diretamente correlacionadas com as estruturas e serviços de saneamento, onde há uma necessidade intrínseca de se identificarem as superfícies municipais, urbanas e rurais, com maiores vulnerabilidades a riscos de inundação e escorregamento.

As vulnerabilidades ambientais podem estar sujeitas aos diferentes graus de intervenção humana, uma vez que os processos erosivos e de inundação estão sujeitos a uma maior intensificação em razão de ações humanas. A situação geográfica do município do Crato, como já foi devidamente esclarecido, apresenta variações topográficas bastante acentuadas, entre o topo e a encosta da Chapada do Araripe, e os fundos de vale e planícies fluviais por onde se desenvolvem as ocupações urbanas. A interferência municipal e estadual deve agir de forma integrada através da recuperação de áreas degradadas e de risco ambiental. Por outro lado, a expansão urbana deve determinar as áreas mais aptas a ocupação residencial, guiando-se conforme foi proposto, corredores ecológicos que levem a uma preservação das margens e das nascentes fluviais.

Acredita-se que seja necessário a implementação de um plano de monitoramento da ocupação humana nas diferentes unidades geoambientais do município do Crato. Esse plano de gestão e monitoramento deve ser instituído por um comitê gestor que tenha um caráter técnico, político e cidadão. O cumprimento de normas e fiscalização deve ser conduzido pelo poder municipal, com acompanhamento de universidades e instituições de pesquisas da região do Cariri cearense. A natureza e a sociedade estão cada vez mais correlacionadas, e para uma devida gestão é necessário que as diferentes secretarias municipais do Crato realizem trocas de informações e de gestão para se estabelecer planos de resolução dos atuais problemas de ordem natural, socioeconômica e cultural.

Esse trabalho, visa principalmente identificar as correlações de processos naturais e os serviços de infraestruturas de saneamento básico, no sentido de monitorar e promover sugestões para o controle de endemias como Chikungunya e a Dengue.

Como uma dissertação de mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, venho acrescentar informações essenciais para a leitura e gestão do território, tendo como base a interdisciplinaridade e os aportes da Geoecologia da Paisagem.

REFERÊNCIAS

ABE, A. H. M.; MARQUES, S. M.; COSTA, P. S. S. Dengue em crianças: da notificação ao óbito. **Revista Paulista de Pediatria**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 263-271, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rpp/v30n2/17.pdf>. Acesso em: 01 mai. 2023.

ABIKO, A. K.; ALMEIDA, M. A. P.; BARREIROS, M. **Urbanismo: história e desenvolvimento**. São Paulo: EPUSP, 1995. 43p.

AGÊNCIA FIOCRUZ. Imagem microscópica do vírus chikungunya. Disponível em: <https://agencia.fiocruz.br/funda%C3%A7%C3%A3o-far%C3%A1-diagn%C3%B3stico-laboratorial-de-casos-suspeitos-da-febre-chikungunya>. Acesso em 05 jun. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). **Atlas Esgotos: despoluição de bacias hidrográficas**. Brasília, 2017. Disponível em: https://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/ATLASESGOTOSDespoluicaoodeBaciasHidrograficas-ResumoExecutivo_livro.pdf. Acesso em: 01 fev. 2023.

ALEN, M. M. F.; SCHOLS, D. Dengue vírus entry as target for antiviral therapy. **Journal of tropical medicine**, v. 2012, 2012.

ALVES, C. C. E.; BEZERRA, L. M. A.; MATIAS, A. C. C. A importância da conservação/preservação ambiental da Floresta Nacional do Araripe para a região do Cariri-Ceará/Brasil. **Revista Geográfica de América Central**, número especial, p. 1-10, 2011.

ARAÚJO, F. C. de; BERTUSSI, G. L. Saneamento Básico no Brasil: estrutura tarifária e regulação. **Revista Planejamento e Políticas Públicas**, n. 51, p.165-202, jul./dez. 2018.

ARAUJO, R. de. O esgoto sanitário. In: NUVOLARI, A. (ORG.). **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reúso agrícola**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2011. p.37-58.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019**. São Paulo: ABRELPE, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020**. São Paulo: ABRELPE, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2021**. São Paulo: ABRELPE, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2022**. São Paulo: ABRELPE, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9.648: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **ABNT NBR 10.004**, dispõe sobre a classificação dos Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ATHAYDES, T. V. S.; PAROLIN, M.; CRISPIM, J. de Q. Análise histórica sobre práticas de saneamento básico no mundo. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 8, n. 65, 2020. Disponível em:

https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/2586. Acesso em: 19 jul. 2022.

Bactéria na água agravou casos de microcefalia ligados ao zika, indica estudo. **Galileu**, São Paulo, 05 de set. de 2019. Disponível em:

<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Saude/noticia/2019/09/bacteria-na-agua-agravou-casos-de-microcefalia-ligados-ao-zika-indica-estudo.html>. Acesso em: 04 jun. 2023.

BAI, Y.; YAO, L.; WEI, T.; TIAN, F.; JIN, D. Y.; CHEN, L.; WANG, M. Presumed Asymptomatic Carrier Transmission of COVID-19. **JAMA**, v. 323, n. 14, p. 1406-1407, 2020. Disponível em: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2762028>. Acesso em: 05 jun. 2023.

BARROS, R. M. **Tratado sobre resíduos sólidos: gestão, uso e sustentabilidade**. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2012. 374p.

BATTEMARCO, B. P.; YAMAMOTO, L.; VERÓL, A. P.; RÊGO, A.; VASCONCELLOS, V.; MIGUEZ, M. G. Sistemas de espaços livres e drenagem urbana: um exemplo de integração entre o manejo sustentável de águas pluviais e o planejamento urbano. **Paisagem e Ambiente**, n. 42, p. 55-74, jul./dez. 2018. Disponível em:

<https://www.revistas.usp.br/paam/article/view/145186>. Acesso em: 10 out. 2022.

BISCAYART, C.; ANGELERI, P.; CHAVES, T. S. S.; SCHLAGENHAUF, P.; RODRÍGUEZ-MORALES. The next big threat to global health? 2019 novel coronavirus (2019-nCoV): What advice can we give to travellers? – Interim recommendations January 2020, from the Latin-American society for Travel Medicine (SLAMVI). **Travel Medicine and Infectious Disease**, v. 33, p. 1-4, jan./fev. 2020. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S147789392030017X>. Acesso em: 05 jun. 2023.

BORJA, P. C.; MORAES, L. R. S. **O Acesso às Ações e Serviços de Saneamento Básico com o um Direito Social**. In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 12., 2006, Figueira da Foz/Portugal. **Anais[...]** Figueira da Foz/Portugal: ABES, 2006. p. 1-13.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Plano Nacional de Saneamento Básico- PLANSAB- Relatório de Avaliação Anual ano 2014. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/plansab/Relatorio_anual_avaliacao_plansab_2014.pdf. Acesso em: 16 jan. 2023.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 02 jan. 2023.

BRASIL, **Febre de chikungunya: manejo clínico**. Brasília: Ministério da Saúde, 2015. Disponível em: https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/febre_chikungunya_manejo_clinico.pdf. Acesso em 13 mai. 2023.

BRASIL. Diretrizes para organização dos serviços de atenção à saúde em situação de aumento de casos ou de epidemia por arboviroses. Brasília: Ministério da Saúde, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/svsa/chikungunya/diretrizes-para-a-organizacao-dos-servicos-de-atencao-a-saude-em-situacao-de-aumento-de-casos-ou-de-epidemia-por-arboviroses>. Acesso em: 02 abr. 2023.

BRASIL. **Guia de Vigilância em Saúde**. 5.ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2022b. Disponível em: https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_vigilancia_saude_5ed_rev_atual.pdf. Acesso em: 04 abr. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Informe Epidemiológico da dengue, janeiro a dezembro de 2022**. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/ptbr/centraisdeconteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/edicoes/2023/boletim-epidemiologico-volume-54-no-01/>. Acesso em: 03 mai. 2023.

BRASÍLIA. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. **Plano Nacional de Saneamento Básico – Relatório de Avaliação Anual 2020**. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/ptbr/acessoainformacao/acoeseprogramas/saneamento/planonacionaldesaneamentobasicoplansab/arquivos/relatriodeavaliaoanualdoplansab2020.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2022.

CAGECE. **Relatório da Administração da Cagece 2020**. Fortaleza, 2020. 57p. Disponível em: <https://www.cagece.com.br/wp-content/uploads/PDF/RelatorioAdministracao/2020/1-RelatorioAdministracao-2020VersaoFinal.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2023.

CAGECE. **Site da CAGECE**, 2022. Nossa história. Disponível em: <https://www.cagece.com.br/quem-somos/historia/>. Acesso em: 26 jan. 2023.

CAMPOS, I. Governo do Ceará assina contrato de PPP para beneficiar 1,1 milhão de pessoas, em 17 municípios, com esgotamento sanitário. **Governo do Estado do Ceará**, 2023. Disponível em: <https://www.ceara.gov.br/2023/02/03/governo-do-ceara-assina-esgotamento-de-ppp-para-beneficiar-1-1-milhao-de-pessoas-em-17-municipios-com-esgotamento-sanitario/>. Acesso em: 08 fev. 2023.

CAMPOS, J. M.; OLIVEIRA, D. M. de.; FREITAS, E. J. A.; CAMPOS NETO, A. **Arboviroses de importância epidemiológica no Brasil**. *Revista de Ciências da Saúde Básica e Aplicada*, v. 1, n. 1, p. 36-48, 2018.

CAMPOS, M. A. A. de. Higiene pública e privada na Idade Média: contributos e documentos sobre estruturas sanitárias em Coimbra (séculos XII-XV). *Revista Portuguesa de História*, v. 51, 2020. Disponível em: https://impactum-journals.uc.pt/rph/article/view/0870-4147_51_3. Acesso em: 24 jul. 2022.

CAREY, D. E. Chikungunya and dengue: a case of mistaken identity? **Journal of the History of Medicine and Allied Sciences**, v. 26, n. 3, p. 243-262, jul. 1971.

CARNEIRO, M. C. M. O.; AMARAL, D. S.; SANTOS, L. F. M. dos.; GOMES JUNIOR, M. M. A.; PINHEIRO, T. M. A Gestão do Saneamento no Brasil e sua Relação com a Gestão de Recursos Hídricos. **INOVAE**, v. 6, p. 100-116, jan./dez. 2018. Disponível: <https://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/inovae/article/view/1785>. Acesso em: 01 ago. 2022.

CASCELLA, M.; RAJNIK, M.; ALEEM, A.; DULEBOHN, S. C.; NAPOLI, R. Features, Evaluation, and treatment of Coronavirus (COVID-19). In **StatPearls**. 2023: StatPearls Publishing. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32150360/>. Acesso em: 07 jun. 2023.

CATAPRETA, C. A. A.; HELLER, L. Associação entre coleta de resíduos sólidos domiciliares e saúde, Belo Horizonte (MG), Brasil. *Revista Panamericana de Salud Pública*, v. 5, n. 2, p. 88-96, 1999. Disponível em: https://www.scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/rpsp/v5n2/5n2a3.pdf. Acesso em: 14 fev. 2022.

CAVALCANTI, L. P. G.; TIMERMAN, A. Saneamento Básico e as Arboviroses no Brasil. **Rev Rene**, v. 17, n. 5, p. 585, set./out. 2016.

CAVALVANTI, L. P. G. et. al. Trinta anos de dengue no Ceará: história, contribuições para a ciência e desafios no cenário atual com tripla circulação de arbovírus. **Journal of Health & Biological Sciences**, v. 6, n. 1, p. 65-82, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/29731>. Acesso em: 03 mar. 2023.

CEARÁ. Agência Reguladora do Estado do Ceará. Consorciamento para a Gestão de Resíduos Sólidos no Estado do Ceará- Fortaleza: ARCE, 2020.

CEARÁ. Secretaria do Meio Ambiente. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos**. Fortaleza, 2016. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2019/08/Plano-estadual-de-residuos-solidos.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2023.

CEARÁ. Assembleia legislativa. Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos. **Cenário atual do saneamento básico no Ceará**. Fortaleza: INESP, 2021.

CEARÁ. Secretaria da Saúde. **Boletim Epidemiológico Arboviroses Urbanas 2023**. Disponível em: https://www.saude.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/9/2018/06/BOLETIM-No-02_-2023-2.pdf. Acesso em: 03 mai. 2023.

CHRISTOFIDIS, D.; ASSUMPCÃO, R. S. F. V.; KLIGERMAN, D. C. A evolução histórica da drenagem tradicional à sintonia com a natureza. **Revista Saúde Debate**, v. 43, n. especial 3, p. 94-108, dez. 2019.

CLETON, N.; KOOPMANS, M.; REIMERINK, J.; GODEKE, G. J.; REUSKEN, C. Come fly with me: review of clinically importante arboviruses for global travelers. **Journal of Clinical Virology**, v. 55, n. 3, p. 191-203, nov. 2012.

COFFEY, L. L.; FORRESTER, N.; TSETSARKIN, K.; VASILAKIS, N.; WEAVER, S. C. Factors shaping the adaptive landscap for arboviruses: implications for the emergence of disease. **Future Microbiol**, v. 8, n. 2, p. 155-176, feb. 2013.

CPRM. **Atlas digital de geologia e recursos minerais do Ceará**. Fortaleza, 2003.

CORDEIRO, J. D. S. **Determinação de fatores de influência no acesso aos serviços de saneamento no estado do Ceará**. 2008. 49f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

CPRM. **Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes e movimentos de massa: Crato, Ceará**. CPRM, 2014. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/18948>. Acesso em: 13 out. 2023.

CORONAVÍRUS BRASIL. Painel Coronavírus, 2023. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br/>. Acesso em: 12 jun. 2023.

CRATO. **Plano Municipal de Saúde 2018-2021**. Secretaria Municipal de Saúde do Crato. 2018.

CRATO. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. Governo Municipal de Crato. 2020. 132p.

CURSINO, M. Peste Negra: DNA em dentes de 6 séculos revela onde epidemia começou, diz estudo. **BBC NEWS Brasil**, São Paulo, 16 jun. 2022. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-61813064>. Acesso em: 25 jul. 2022.

CYSNE, R. P. Arboviroses (dengue, zika e chikungunya) e saneamento básico. Junho | Revista **Conjuntura Econômica**, 2019. Disponível em: <https://repositorio.fgv.br/server/api/core/bitstreams/0044adddfba3423fba4212dd32f1279content>. Acesso em: 12 jan. 2024.

D'ALKMIN, D. T. **Resíduos sólidos: gestão responsável e sustentável**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2022. 174p.

Dengue e chikungunya: Brasil tem alta de casos de infecção com os dois vírus ao mesmo tempo. **Jornal de Pernambuco**, Recife, 01 set. 2023. Disponível em: <https://www.folhape.com.br/noticias/dengue-e-chikungunya-brasil-tem-alta-de-casos-de-infeccao-com-os-dois/289541/>. Acesso em 12 jan. 2024.

DÍAZ, R. R. L.; NUNES. L. R. A evolução do saneamento básico na história e o debate de sua privatização no Brasil. **Revista de Direito da Faculdade Guanambi**, v. 7, n. 2, p. 1-23, jul./dez. 2020. Disponível em: <http://revistas.faculadeguanambi.edu.br/index.php/Revistadedireito/article/view/292>. Acesso em: 17 jul. 2022.

- DONALISIO, M. R.; FREITAS, A. R. R. Chikungunya no Brasil: um desafio emergente. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 18, n. 1, p. 1-3, jan./mar. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbepid/a/hkVPqty8bzFcRrGNZk7JYHx/?lang=pt>. Acesso em: 10 mai. 2023.
- DONALISIO, M. R.; FREITAS, A. R. R.; VON ZUBEN, A. P. B. Arboviroses emergentes no Brasil: desafios para a clínica e implicações para a saúde pública. **Rev Saúde Pública**, v. 51, n. 30, p. 1-6, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/Nym8DKdvfL8B3XzmWZB7hJH/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 27 fev. 2023.
- DNPM. Projeto Avaliação Hidrogeológica da Bacia Sedimentar do Araripe. Fase I. Recife: 1996.
- EIGENHEER, E. M. **A história do lixo – a limpeza urbana através dos tempos**. Porto Alegre: Pallotti, 2009.
- EL-SADR, W. M.; VASAN, A.; EL-MOHANDES, A. Facing the New Covid-19 Reality. **New England Journal of Medicine**, v. 388, n. 5, p. 385-387, 2023. Disponível em: https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMp2213920#article_references. Acesso em: 05 jun. 2023.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999.
- FERNANDES, A. **Fitogeografia brasileira - Províncias florísticas**. 2ª parte. 3. ed. Fortaleza: Realce editora e industria gráfica, 2006.
- FAUCI, A. S.; MORENS, D. M. Zika vírus in the Americas: yet another arbovirus threat. **New England Journal of Medicine**, v. 374, n. 7, p. 601-604, 2016.
- FERREIRA, D.; SILVA, L.; FIGUEIREDO FILHO, D. B. Saneamento importa? Uma análise da relação entre condições sanitárias e COVID-19 nas capitais brasileiras. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 26, n. 6, p. 1079-1084, nov./dez. 2021.
- FIGUEIREDO, L. T. M. The Brazilian flaviviruses. **Microbes and Infection**, v. 2, n. 13, p. 1643-1649, nov. 2000.
- FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, v. 18, n. 1, p. 115-146, 2009.
- FREITAS, P. A. M de.; BARBOSA, I. M. B. R.; SILVA, R. F da. **Correlação espacial entre a dengue e o saneamento na cidade do Recife**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia civil) – Instituto Federal do Pernambuco. Recife, p. 34. 2019.
- FUNCEME. **Zoneamento geoambiental do Ceara: Parte II – Mesorregião do sul cearense**. Fortaleza, 2006.
- FUNASA. **Manual de Saneamento**. 3. ed. Brasília: Funasa, 2004. 408p.

FUNASA. **Manual de saneamento**. 4. ed. Brasília: Funasa, 2015. 642p.

FUNASA. **Manual de saneamento**. 5. ed. Brasília: Funasa, 2019. 545p.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. Dengue: sintomas, transmissão e prevenção. Bio-Manguinhos, Rio de Janeiro, 4 de abr. de 2022. Disponível em: <https://www.bio.fiocruz.br/index.php/br/saiba-mais-sobre-a-dengue>. Acesso em: 01 abr. 2023.

FUNDETEC. Projeto Araripe. **Recursos naturais e patrimônio**. Crato: FUNDETEC, 1999. v. 4-5.

GATTO, L. C. S. **Diagnóstico ambiental da bacia do rio Jaguaribe – Diretrizes gerais para o ordenamento territorial**. Salvador: IBGE, 1999.

GONÇALVES, L. S.; SILVA, C. R. da. Pandemia de Covid-19: sobre o direito de lavar as mãos e o "novo" marco regulatório de saneamento básico. **Revista Científica Foz**, v. 3, n. 1, p. 71-92, 2020. Disponível em: <https://revista.ivc.br/index.php/revistafoz/article/view/170>. Acesso em: 2 ago. 2022.

GUAN, W. J.; NI, Z. Y.; HU, Y, et al. Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. **The New England Journal of Medicine**, v. 382, n. 18, p. 1708-1720, 2020.

GULLOT, C. C.; SERPA, G. R. Principales pandemias em la historia de la humanidad. **Cuban Journal of Pediatrics**, v. 92, p. 1-24, jun. 2020. Disponível em: <https://revpediatria.sld.cu/index.php/ped/article/view/1183/714>. Acesso em 1 mar. 2023.

HELLER, L. Abastecimento de água, sociedade e ambiente. In: HELLER, L.; PÁDUA, V. L (ORG.). **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: UFMG, 2006. p. 29-63.

IBGE. **Atlas do censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/bibliotecacatalogo?view=detalhes&id=264529>. Acesso em: 24 fev. 2023.

IBGE. **Estimativas da População 2015**. Brasília, 2015. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103estimativasdepopulacao.html?edicao=17283&t=o-que-e>. Acesso em: 24 fev. 2023.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) 2015**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/pesquisa/44/47044>. Acesso em: 24 fev. 2023.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama**. 2021.

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

IBGE, **Histórias & Fotos**, 2022b. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/crato/historico>. Acesso: 01 nov. 2023.

INSTITUTO BUNTANTAN. **Portal do Butantan** [s.d.]. Entenda o que é uma pandemia e as diferenças entre surto, epidemia e endemia. Disponível em:

<https://butantan.gov.br/covid/butantan-tira-duvida/tira-duvida-noticias/entenda-o-que-e-uma-pandemia-e-as-diferencas-entre-surto-epidemia-e-endemia>. Acesso em: 02 mar. 2023.

IPECE, INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. Perfil **Municipal do Crato**, 2017. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Crato_2017.pdf. Acesso em: 10 set. 2023.

ISLAM, M. A.; EL ZOWALATY, M. E.; ISLAM, S.; SHARIF, M.; RAHMAN, M. R.; AMIN, M. R.; ALI, M. M.; RAHMAN, M. T.; MORITA, K.; ASHOUR, H. M. A Novel Multiplex RT-PCR Assay for Simultaneous Detection of Dengue and Chikungunya Viruses. **International journal of molecular sciences**, v. 21, n. 21, p. 8281-8294, nov. 2020.

Disponível em: <https://www.mdpi.com/1422-0067/21/21/8281>. Acesso em: 13 mai. 2023.

JORGE, W. E. A Avaliação da Política Nacional de Saneamento Pós 64. **PosFAUUSP**, v. 1, n. 2, p. 21-34, 1992. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/posfau/article/view/136178>. Acesso em: 1 ago. 2022.

LAVOR, A. A. A. de.; SILVA, A. C. A. da.; RIBEIRO, M. E. O.; TURATTI, L. Conflitos causados pelos lixões: uma análise comparativa da situação do Brasil com o município de Iguatu- CE. **Id on Line Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, v. 11, n. 37, p. 246-258, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Luciana-Turatti/publication/320176001_Conflitos_Causados_pelos_Lixoes_Uma_analise_comparativa_da_situacao_do_Brasil_com_o_Municipio_de_IguatuCE/links/5ae9cbd8a6fdcc03cd90a1fa/Conflitos-Causados-pelos-Lixoes-Uma-analise-comparativa-da-situacao-do-Brasil-com-o-Municipio-de-Iguatu-CE.pdf. Acesso em: 16 fev. 2023.

LEDERMANN D., WALTER. El hombre y sus epidemias a través de la historia. **Rev. chil. infectol.**, Santiago , v. 20, supl. notashist, p. 13-17, 2003 . Disponível em: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182003020200003. Acesso em: 03 mar. 2023.

LE GOFF, J.; TRUONG, N. **Uma história do corpo na Idade Média**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

LEMOES, S. Vacina contra a dengue aprovada pela Anvisa não tem definição se será oferecida pelo SUS. **Jornal da USP**, São Paulo, 16 de mar. de 2023. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/ainda-nao-esta-definido-se-nova-vacina-da-dengue-sera-oferecida-pelo-sus/>. Acesso em: 03 mai. 2023.

LESSER, J.; KITRON, U. A geografia social do zika no Brasil. **Estudos Avançados**, v. 30, n. 88, p. 167-175, 2016.

LIMA, C. M. A. O. Informações sobre o novo coronavírus (COVID-19). **Radiol. Bras**, v. 53, n. 2, p. V-VI, mar./abr. 2020.

LIMA, F. J. de. **Proposta de Zoneamento geoambiental do município do Crato/CE**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, p. 175. 2008.

MAGALHÃES, A. O. **Análise ambiental do alto curso da microbacia do Rio Batateira no município de Crato/Ce: subsídios ao zoneamento ecológico-econômico**. Dissertação

(Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, p. 200. 2006.

MAGALHÃES, G. B.; ZANELLA, M. E.; SANTANA, A. P.; ALMENDRA, R. Condições climáticas e socioeconômicas na área de dengue durante a epidemia e pós-epidemia na cidade de Fortaleza-CE. **Revista Franco-Brasileira de Geografia**, v. 40, 2019.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação dos recursos florestais da área de proteção ambiental da Chapada do Araripe**. Brasília, 2000.

MARTINEZ-TORRES, M. E. **Dengue hemorrágico em crianças: editorial**. Havana: José Martí, 1990. 180p.

MATOS, J. S. **Aspectos históricos e actuais da evolução da drenagem de águas residuais em meio urbano**. Lisboa: Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura do Instituto Superior Técnico, 2003.

MENDONÇA, F. A.; VEIGA e SOUZA, A.; DUTRA, D. A. Saúde pública, urbanização e dengue no Brasil. **Sociedade e Natureza**, v. 21, n. 3, p. 257-269, dez. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/tRqQNr3nLXBNvqV3MpZGvhP/?format=pdf&lang=p>. Acesso em: 08 abr. 2023.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. gov.br, 2023. Sintomas. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/ptbr/coronavirus/sintomas#:~:text=Caracterizado%20a%20partir%20da%20presen%C3%A7a,%20fadiga%20e%20Fou%20cefaleia>. Acesso em: 08 jun. 2023.

MONDINI, A.; CHIARAVALLI NETO, F. Variáveis socioeconômicas e a transmissão de dengue. **Revista Saúde Pública**, v. 41, n. 6, p. 923-930, 2007.

MORRISON, T. E. Reemergence of Chikungunya Virus. **Journal of Virology**, v. 88, n. 20, p. 11644-11647, out. 2014.

MUHAMMAD, K. M. Mosquitos são modificados em estudo para cessar transmissão de dengue. **Galileu**, 19 de jan. de 2020. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2020/01/mosquitos-sao-modificados-em-estudo-para-cessar-transmissao-de-dengue.html>. Acesso em: 30 abr. 2023.

MUKHOPADHYAY, S.; KUHN, R. J.; ROSSMANN, M. G. A structural perspective of the Flavivirus life cycle. **Nature**, v. 3, p. 13-22, 2005. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nrmicro1067>. Acesso em: 24 mar. 2023.

MUSSO, D.; NILLES, E.; CAO-LORMEAU, V. M. Rápida disseminação do vírus Zika emergente na área do Pacífico. **Clinical Microbiology and Infection**, v. 20, n. 10, p. 0595-0596, 2014.

MUSSO, D.; GUBLER, D. J. Zika Virus. **Clinical microbiology reviews**, v. 29, n. 3, p. 487-524, 2016.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

NUNES, J.; PIMENTA, D. N. A epidemia de zika e os limites da saúde global. **Lua Nova**, v. 98, p. 21-46, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ln/a/gwvcht4Scg5wL3rnyLWcq7y/abstract/?langpt>. Acesso em: 29 mai. 2023.

O fim dos lixões em dois anos e reaproveitamento de 48% dos resíduos até 2040. **Exame**, São Paulo, 16 de abr. de 2022. Disponível em: <https://exame.com/esg/o-fim-dos-lixoes-em-2-anos-e-reaproveitamento-de-48-dos-residuos-ate-2040/>. Acesso em: 16 fev. 2023.

OPAS BRASIL - ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE. Uma em cada três pessoas no mundo não tem acesso à água potável, revela novo relatório do UNICEF e da OMS. 18 de junho de 2019. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/18-6-2019-uma-em-cada-tres-pessoas-no-mundo-nao-tem-acesso-agua-potavel-revela-novo>. Acesso em: 16 jan. 2022.

OPAS/ OMS, ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Atualização Epidemiológica Dengue, Chikungunya e Zika**. 25 de janeiro de 2023. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/documentos/atualizacao-epidemiologica-dengue-chikungunya-e-zika-25-janeiro-2023>. Acesso em: 01 mai. 2023.

O que é o IDEB e para que ele serve? **Todos pela Educação**, 08 de mar. de 2018. Disponível em: <https://todospelaeducacao.org.br/noticias/perguntas-e-respostas-o-que-e-o-ideb-e-para-que-ele-serve/>. Acesso em: 23 dez. 2023.

PATRIOTA, A. C. L. S. **Proposta de Requisitos para Apoio à Avaliação e Controle do Zika Vírus**. 2019. 110f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Centro de Tecnologia e Goeciências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

PIXELSQUID. Imagem do vírus coronavírus. 2048 x 2048 pixels. Disponível em: <https://www.pixelsquid.com/png/novel-coronavirus-2273578690027722470?image=G03>. Acesso em: 05 jun. 2023.

POMPEO, R.; SAMWAYS, G. **Saneamento ambiental**. Curitiba: InterSaberes, 2020.

POWERS, A. M.; LOGUE, C. H. Changing patterns of chikungunya vírus: re-emergence of zoonotic arbovirus. **Journal of General Virology**, v. 88, n. 9, p. 2363-2377, 2007.

PUENTES, B. Cerca de 40% dos resíduos gerados por ano no Brasil vão para lixões a céu aberto. **CNN Brasil**, Rio de Janeiro, 27 de outubro de 2022. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/cerca-de-40-dos-residuos-gerados-por-ano-no-brasil-vao-para-lixoes-a>. Acesso em: 21 out. 2023.

Quem somos. **Ambiental Crato**. Disponível em: <https://ambientalcrato.com.br/quem-somos/>. Acesso em: 02 jan. 2024.

REZENDE, J. M de. Epidemia, Endemia, Pandemia, Epidemiologia. **Revista de Patologia Tropical**, v. 27, n. 1, p. 153-155, jan./jun. 1998. Disponível em: https://www.migalhas.com.br/arquivos/2020/8/0BD799DDC72F32_17199-ArticleText-70301-1-10-2.pdf. Acesso em: 02 mar. 2023.

RIGETTO, A. M.; GOMES, K. M.; FREITAS, F. R. S. Poluição difusa nas águas pluviais de uma bacia de drenagem urbana. **Revista Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 22, n. 6, p. 1109-1120, nov./dez. 2017.

RIGHETTO, A. M.; MOREIRA, L. F. F.; SALES, T. E. A. Manejo de Águas Pluviais Urbanas. In: RIGHETTO, A. M (COORD.). **Manejo de Águas Pluviais Urbanas**. Rio de Janeiro: ABES, 2009. p. 19-73.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V da. **Planejamento e Gestão Ambiental**: subsídios da geocologia das paisagens e da teoria geossistêmica. Fortaleza: Edições UFC, 2018.

RODRIGUEZ-MORALES, A.; BONILLA-ALDANA, D.; TIWARI, R.; SAH, R.; RABAAN, A.; DHAMA, K.; COVID-19, na Emerging Coronavirus Infection: Current Scenario and Recent Developments – An Overview. **Journal of Pure and Applied Microbiology**, v. 14, n. 6150, p. 5-12, 2020.

RUPRECHT, T. Como imagens aéreas podem ajudar a combater o mosquito da dengue? **Veja**, São Paulo, 11 de jun. de 2022. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/saude/como-imagens-aereas-podem-ajudar-a-combater-o-mosquito-da-dengue/>. Acesso em: 07 mai. 2023.

SANTOS, L. H. M.; SANTOS, M. S. M.; MASCARENHAS, L.; MATOS, A. M. N. Os resíduos sólidos urbanos no Brasil e a Política Nacional de Resíduos Sólidos- Lei nº 12.305/2010. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 16, n. 2, ago./dez. p. 1-8, 2018.

SCIENCEPHOTOLIBRARY. Imagem computadorizada do vírus dengue. 6571 x 5319 pixels. Disponível em: <https://www.sciencephoto.com/media/1164550/view/dengue-virus-computer-model>. Acesso em: 05 jun. 2023.

SENHORAS, E. M. CORONAVÍRUS E O PAPEL DAS PANDEMIAS NA HISTÓRIA HUMANA. **Conjuncture Bulletin (BOCA)**, v. 1, n. 1, p. 29–32, 2020. Disponível em: <https://revista.ioles.com.br/boca/index.php/revista/article/view/184>. Acesso em: 03 mar. 2023.

SILVA, E. R da. **Os cursos da água na história**: simbologia, moralidade e a gestão de recursos hídricos. Tese (Doutorado) - Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 1998. Disponível em: http://www.pick-upau.org.br/mundo/curso_agua/O%20Curso%20da%20%20C1gua%20na%20Hist%F3ria.pdf. Acesso em: 26 jul. 2022.

SILVA FILHO, C. R.; SOLER, F. D. **Gestão de resíduos sólidos**: o que diz a lei. 4. ed. São Paulo: Trevisan Editora, 2019.

SILVA, L. J. da.; ANGERAMI, R. N. **Viroses emergentes no Brasil**. 1. ed. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2008.

SILVA, N. M da.; TEIXEIRA, R. A. G.; CARDOSO, C. G.; SIQUEIRA JUNIOR, J. B.; COELHO, G. E.; OLIVEIRA, E. S. F de. Vigilância de chikungunya no Brasil: desafios no contexto da Saúde Pública. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 27, n. 3, p. 1-10, 2018.

Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742018000300006. Acesso em: 10 mai. 2023.

SILVA, S. A.; GAMA, J. A. S.; CALLADO, N.H.; SOUZA, V. C. B de. Saneamento básico e saúde pública na Bacia Hidrográfica do Riacho Reginaldo, Maceió, Alagoas. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 22, n. 4, p. 699-709, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/s7Kw6wtzM8cPGJHkJT6n6jb/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 jan. 2024.

SRH. Plano estadual de recursos hídricos do Estado do Ceará. Fortaleza: 2004.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). Diagnóstico Temático Serviços de Água e Egoto-Brasília: SNIS, 2018.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). Diagnóstico Temático Serviços de Água e Egoto-Brasília: SNIS, 2019.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). Diagnóstico Temático Serviços de Água e Egoto-Brasília: SNIS, 2020.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). Diagnóstico Temático Serviços de Água e Egoto-Brasília: SNIS, 2021b.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). Diagnóstico Temático Serviços de Água e Egoto-Brasília: SNIS, 2022.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). Panorama do Saneamento Básico no Brasil- Brasília: SNIS, 2021a.

SOARES, S. R. A.; BERNARDES, R. S.; CORDEIRO NETTO, O. M. Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento. **Caderno Saúde Pública**, v. 18, n. 6, nov./dez. p. 1713-1724, 2002.

SOBREIRA NETO, J. L. **Gestão de Recursos Hídricos em Crato-CE**. 2019. 166f. Tese (Geografia Humana) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

SOBRINHO, R. A.; BORJA, P.C. Gestão das perdas de água e energia em sistema de abastecimento de água da Embasa: um estudo dos fatores intervenientes na RMS. **Eng Sanit Ambient**, v.21, n.4, out./dez. p. 783-795, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/BhgFHQQ3TZ84xXYfgRk8Dvt/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 12 ago. 2022.

SOUSA, A. C. A. de; COSTA, N. R. Política de saneamento básico no Brasil: discussão de uma trajetória. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, Rio de Janeiro, v.23, n.3, jul./set. p. 615-634, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hcsm/a/WWqtPW6LnkrVpbbdJqHMGJk/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 01 ago. 2022.

SOUSA, A. C. A. de. O que esperar do novo marco do saneamento? **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, n. 12, dez. p. 1-4, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.org/pdf/csp/2020.v36n12/e00224020/pt>. Acesso em: 02 ago. 2022.

SOUZA, M. J. N. de; Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará. In: LIMA, L. C.; SOUZA, M. J. N. de; MORAIS, J. O de. **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: FUNECE, 2000.

STOCK ADOBE. Imagem vírus da zika. 4600 x 4300 pixels. Disponível em: https://stock.adobe.com/br/images/green-virus-on-transparent-background/550895271?startcheckout=1&contentid=550895271&asset_id=550895271. Acesso em 05 jun. 2023.

TARDELLI FILHO, J. Aspectos relevantes do controle de perdas em sistemas público de abastecimento de água. Revista DAE, v. 64, n. 201, jan./abr. p. 6-20, 2016. Disponível em: http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_201_n_1622.pdf. Acesso em: 23 jan. 2023.

TAUIL, P. L. **Dengue: teorias e práticas**. In: VALLE, D.; PIMENTA, D. N.; CUNHA, R. V. da. (ORG.). Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2015. p. 11-13.

TAVARES, C. C. F. **Luta e resistência: do cinturão das águas do Ceará ao movimento social como todos Baixio das Palmeiras**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Sustentável) – Universidade Federal do Cariri. Juazeiro do Norte, p. 109. 2016.

TAVARES, P. R. L.; CASTRO, M. A. H. de.; COSTA, C. T. F. da.; SILVEIRA, J. G. P. da.; ALMEIDA JÚNIOR, F. J. B. de. Mapeamento da vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas localizadas na Bacia Sedimentar do Araripe, Estado do Ceará, Brasil. **REM: Revista Escola de Minas**, v. 62, n. 2, p. 227-236, abr./jun. 2009.

Teixeira T. R. A.; Cruz, O.G. Spatial modeling of dengue and socio-environmental indicators in the city of Rio de Janeiro, Brazil. **Cad Saúde Pública**, v. 27, n. 3, p. 591-602, 2011.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FIBGE: SUPREN, 1977.

Vacinas da chikungunya é segura e gera resposta imune duradoura em 96% dos voluntários, apontam resultados finais da fase 3 nos EUA. **Portal do Butantan**, São Paulo, 15 de mar. de 2022. Disponível em: <https://butantan.gov.br/noticias/vacina-da-chikungunya-e-segura-e-gera-resposta-imune-duradoura-em-96-dos-voluntarios-apontam-resultados-finais-de-fase-3-nos-eua>. Acesso em: 17 mai. 2023.

VIANA, L. A. G.; EHRL, P. O abastecimento de água e esgotamento sanitário brasileiro: a atuação das empresas públicas e privadas entre 2008 e 2018. **Revista Razão Contábil e finanças**, v. 12, n. 1, jul./dez. p. 1-19, 2021. Disponível em: <http://periodicos.uniateneu.edu.br/index.php/razao-contabeisefinancas/article/view/244>. Acesso em 26 jan. 2023.

VICINI, Lorena. Análise multivariada: da teoria à prática. Orientador: Adriano Mendonça de Souza. 2005. 215 p. Especialização. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, CCNE. Santa Maria.

WANG, G. H.; GAMEZ, S.; RABAN, R.R.; MARSHALL, J. M.; ALPHEY, L.; LI, M.; RASGON, J. L.; AKBARI, O. S. Combating mosquito-borne diseases using genetic control Technologies. **Nature Communications**, v. 12, n. 1, p. 1-12, 2021. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41467-021-24654-z>. Acesso em: 04 mai. 2023.

WARTCHOW, D. Serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário: compromisso com a universalização e a qualidade. In: CORDEIRO, B. de S (ORG.). **Serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário: compromisso com a universalização e a qualidade. Conceitos, características e interfaces dos serviços públicos de saneamento básico**. Brasília: Editora, 2009. p. 275-282.

WEAVER, S. C.; REISEN, W. K. Present and future arboviral threats. **Antiviral Res**, v. 85, n. 2, p. 1-36, 2010.

WHATELY, M.; LERER, R.; JARDIM, A. **Saneamento 2020: presente, passado e possibilidades de futuro para o Brasil**. In: WHATELY, M; NICOLA, C. de; KIPNIS, T (ORG.). São Paulo: Instituto Água e Saneamento, 2020. 166p.

ZANLUCA, C.; MELO, V. C. A. de.; MOSIMANN, A. L. P.; SANTOS, G. I. V. dos.; SANTOS, C. N. D. dos.; LUZ, K. First report of autochthonous transmission of Zika vírus in Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 110, n. 4, p. 569-572, 2015.