



**UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS - UniEVANGÉLICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SOCIEDADE, TECNOLOGIA
E MEIO AMBIENTE**

Daniel Morais Souza

**PADRÕES DE DEPENDÊNCIA ESPACIAL DA DENGUE E SUA
RELAÇÃO COM INDICADORES DE SANEAMENTO BÁSICO EM
ANÁPOLIS-GO**

Anápolis-GO, 2026

DANIEL MORAIS SOUZA

**PADRÕES DE DEPENDÊNCIA ESPACIAL DA DENGUE E SUA
RELAÇÃO COM INDICADORES DE SANEAMENTO BÁSICO EM
ANÁPOLIS-GO**

Dissertação apresentada à Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Linha de Pesquisa: Desenvolvimento e Territorialidade

Projeto Guarda-chuva do Orientador: Prof. Dr. Giovanni de Araujo Boggione

Projeto Estruturante do PPG: Uso e Ocupação do Cerrado

Orientador(a): Prof. Dr. Giovanni de Araujo Boggione

Coorientador(a): Prof. Dr. Hamilton Barbosa Napolitano

Anápolis-GO, 2026

S729

Souza, Daniel Morais.

Padrões de dependência espacial da dengue e sua relação com indicadores de saneamento básico em Anápolis - Go / Daniel Morais de Souza - Anápolis: Universidade Evangélica de Goiás – UniEvangélica, 2026.

131p.; il.

Orientador: Prof. Dr. Giovanni de Araújo Boggione.

Dissertação (mestrado) – Programa de pós-graduação em Sociedade Tecnologia e Meio Ambiente – Universidade Evangélica de Goiás - UniEvangélica, 2026.

1. Geotecnologias 2. Indicadores socioambientais 3. Vigilância em saúde
4. Planejamento urbano I. Boggione, Giovanni de Araújo II. Título.

CDU 504



FOLHA DE APROVAÇÃO

PADRÕES DE DEPENDÊNCIA ESPACIAL DA DENGUE E SUA RELAÇÃO COM INDICADORES DE SANEAMENTO BÁSICO EM ANÁPOLIS – GO

Daniel Morais Souza

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente/ PPG STMA da Universidade Evangélica de Goiás/ UniEVANGÉLICA como requisito parcial à obtenção do grau de **MESTRE**

Aprovado (a) em 02 de março de 2026.

Linha de pesquisa: Desenvolvimento e Territorialidade

Banca examinadora

Documento assinado digitalmente
gov.br GIOVANNI DE ARAUJO BOGGIONE
Data: 01/04/2026 14:49:00-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Giovanni de Araujo Boggione
Presidente/Orientador (UniEVANGÉLICA)

Documento assinado digitalmente
gov.br LUCIMAR PINHEIRO ROSSETO
Data: 01/04/2026 15:09:17-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa. Dra. Lucimar Pinheiro Rosseto
Examinador Interno (UniEVANGÉLICA)

Documento assinado digitalmente
gov.br ALESSANDRA RAMOS LIMA
Data: 02/04/2026 14:08:37-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa. Dra. Alessandra Ramos Lima
Examinador Externo (USP- SÃO CARLOS)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, que sempre estiveram comigo, me educando e ensinando o caminho correto a seguir mesmo diante de todas as dificuldades, sem os quais nenhum dos meus sonhos poderiam ser realizados. A minha querida esposa, pelo apoio e incentivo nesta jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me amar tanto e me sustentar nos momentos de desânimo, permitindo que eu chegasse à conclusão deste trabalho.

À minha família, pelo companheirismo, amizade e apoio a mim dispensados.

Agradeço ao meu pai, que sempre foi fonte de admiração, respeito e pelos incentivos para concretização deste sonho.

Agradeço aos meus amigos, que sempre me ofereceram apoio e compreensão nos momentos difíceis.

Agradeço a minha querida filha Ana Laura pela compreensão e aceitação da minha ausência durante essa etapa da minha vida.

Agradeço ao amigo e professor Hamilton, pela orientação, e estímulo indispensáveis para a concretização desse sonho.

Ao Prof. Dr. Giovanni de Araújo Boggione, por todo aprendizado, pela paciência e disposição em sempre me atender, pelas palavras de incentivo nos momentos mais difíceis.

Em especial, agradeço a minha querida esposa Paula, que foi minha maior incentivadora nos momentos de desânimo, pela cumplicidade, paciência e compreensão nos dias de ausência e dedicação total ao mestrado.

O trabalho é cansativo, mas o resultado é satisfatório.

Wesley D'Amico

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo analisar a relação espacial entre os casos registrados de dengue com a cobertura do saneamento básico, renda e densidade populacional na cidade de Anápolis (GO), no ano de 2024. O trabalho parte da hipótese de que a precariedade na prestação dos serviços de saneamento, como abastecimento de água tratada, esgotamento sanitário, drenagem urbana e coleta de resíduos sólidos, favorecem a proliferação do vetor *Aedes aegypti* e, conseqüentemente, o aumento dos casos. Foram utilizadas bases de dados secundárias do censo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e dos prestadores de serviço; os dados foram tratados e inseridos em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica) dentro dos softwares QGIS e GeoDa para sua geoespacialização. O estudo adotou os métodos de densidade Kernel, para produção de mapas de calor, o Índice de Moran bivariado global e local e o modelo de regressão espacial condicional autorregressivo para avaliar a autocorrelação espacial dos casos de dengue e das variáveis analisadas, o que possibilitou a produção de mapas de cobertura dos serviços de saneamento básico, mapas de casos, de significância e agrupamento. Os resultados evidenciaram concentração significativa de casos nas regiões Central e da Jaiara, enquanto que áreas periféricas apresentaram, em geral, menores registros. O índice de autocorrelação espacial Moran revelou dependência espacial positiva moderada entre os casos de dengue com as variáveis de saneamento básico e densidade, e negativo para distância dos casos as unidades de saúde, e insignificante para o fator renda. Os resíduos revelaram autocorrelação espacial significativa moderada positiva e negativa, com exceção da variável coleta de resíduos sólidos, a qual se mostrou insignificante. Os modelos estatísticos espaciais revelaram que o viés urbanização é mais importante que a infraestrutura básica. Os resultados encontrados neste estudo contribuem para a identificação de áreas de maior interesse para priorização das ações, bem como das regiões que necessitam de eficácia para mitigação da transmissão de doenças infecciosas por arboviroses em áreas urbanas de Anápolis. Ademais, também possibilita implementar estratégias integradas de planejamento urbano e saúde pública, para contribuir com o manejo de arboviroses transmitidas pelo vetor *Aedes aegypti*.

Palavras-chave: *Geotecnologias; Indicadores socioambientais; Vigilância em saúde; Planejamento urbano.*

ODS/Metas envolvidos: ODS 3 (Meta 3.3, 3.8 e 3.9), ODS 6 (Meta 6.1 e 6.b).

ABSTRACT

This research aims to analyze the spatial relationship between registered cases of dengue and basic sanitation coverage, income, and population density in the city of Anápolis (GO), in the year 2024. The work is based on the hypothesis that the precariousness in the provision of sanitation services such as treated water supply, sewage disposal, urban drainage and solid waste collection favors the proliferation of the *Aedes aegypti* vector and, consequently, the increase in cases. Secondary databases from the IBGE (Brazilian Institute of Geography and Statistics) census and service providers were used; the data were processed and inserted into a GIS (Geographic Information System) environment within the QGIS and GeoDa software for geospatialization. The study adopted Kernel density methods for heat map production, the global and local bivariate Moran's I index, and the autoregressive conditional spatial regression model to assess the spatial autocorrelation of dengue cases and the analyzed variables. This allowed for the production of maps showing basic sanitation service coverage, case maps, significance maps, and cluster maps. The results showed a significant concentration of cases in the Central and Jaiara regions, while peripheral areas generally presented lower records. The Moran's spatial autocorrelation index revealed a moderate positive spatial dependence between dengue cases and basic sanitation and density variables, and a negative dependence for the distance of cases from health units, and an insignificant dependence for the income factor. The residuals revealed significant moderate positive and negative spatial autocorrelation, except for the solid waste collection variable, which proved insignificant. The spatial statistical models revealed that urbanization bias is more important than basic infrastructure. The results found in this study contribute to the identification of areas of greatest interest for prioritizing actions, as well as the regions that require effective mitigation of the transmission of infectious diseases by arboviruses in urban areas of Anápolis. Furthermore, it also makes it possible to implement integrated urban planning and public health strategies to contribute to the management of arboviruses transmitted by the *Aedes aegypti* vector.

Keywords: *Geotechnologies; Socio-environmental indicators; Health surveillance; Urban planning*

SDGs/Targets involved: SDG 3 (Target 3.3, 3.8 e 3.9) and SDG 6 (Target 6.1 e 6.b).

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Áreas temáticas do saneamento básico	26
FIGURA 2 – Processo de elaboração do Plano de Saneamento Básico	29
FIGURA 3 – Histórico dos serviços de saneamento em Goiás	31
FIGURA 4 – Linha do tempo da saúde em Goiás	38
FIGURA 5 – Representação visual do mosquito <i>Aedes aegypti</i>	41
FIGURA 6 – Mapa de localização do município de Anápolis (GO)	45
FIGURA 7 – Mapa limítrofe do município de Anápolis (GO).....	46
FIGURA 8 – Projeção da rede hidrográfica do município de Anápolis (GO).	47
FIGURA 9 – Fluxograma metodológico.....	48
FIGURA 10 – Diagrama de espalhamento de Moran.....	53
FIGURA 11 – Mapa de cobertura da coleta urbana de resíduos sólidos.....	57
FIGURA 12 – Mapa de cobertura com água tratada.....	59
FIGURA 13 – Mapa de cobertura com esgoto.....	60
FIGURA 14 – Mapa de sobreposição da área coberta com esgoto em relação a área de água tratada em vermelho	61
FIGURA 15 – Mapa de sobreposição da área coberta com a drenagem em relação a coleta urbana de resíduo sólido.....	62
FIGURA 16 – Mapa das unidades de saúde do município de Anápolis (GO)	64
FIGURA 17 – Mapa de calor das unidades de saúde em quantidade de casos de dengue.....	66
FIGURA 18 – Mapa da distribuição dos casos registrados de dengue por logradouro.....	67
FIGURA 19 – Mapa de calor dos casos registrados de dengue por logradouro	68
FIGURA 20 – Mapa dos casos de dengue por polígono retangular.....	69

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Casos de dengue nos anos de 2023, 2024 e 2025	43
---	----

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Mapas das análises das significâncias dos casos de dengue por logradouro com as variáveis de saneamento e socioeconômicas.....	74
QUADRO 2 – Mapas das análises dos agrupamentos dos casos de dengue por logradouro com as variáveis de saneamento e socioeconômicas estudadas.....	77
QUADRO 3 – Mapas das análises das correlações dos casos de dengue por logradouro com as variáveis de saneamento e socioeconômicas estudadas.....	80

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – População atendida e comparativo dos níveis de saneamento (%) de Anápolis em relação ao Estado e País	33
TABELA 2 – Resumo das áreas de cobertura dos serviços de saneamento básico.....	63
TABELA 3 – Resumo da estatística descritiva média para as variáveis.....	71
TABELA 4 – Matriz de correlação estatística descritiva usando o coeficiente de relação de Pearson	71
TABELA 5 – Correlação casos de dengue e demais variáveis.....	72
TABELA 6 – Síntese dos resultados da análise de significância dos casos de dengue com as variáveis explicativas.....	76
TABELA 7 – Síntese dos resultados da análise de agrupamento dos casos de dengue com as variáveis explicativas.....	79
TABELA 8 – Índice de Moran Bivariado entre CS_DENGUE (casos de dengue) e variáveis analisadas.....	82

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AB	Atenção Básica
ANA	Agência Nacional de Águas
ANS	Agência Nacional de Saúde
APS	Atenção Primária à Saúde
BNH	Banco Nacional da Habitação
CES-GO	Conselho Estadual de Saúde de Goiás
CNES	Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CID	Classificação Internacional de Doenças
CISB	Comitê Interministerial de Saneamento Básico
CODEGO	Companhia de Desenvolvimento Econômico de Goiás
DAE	Divisão de Água e Esgotos de Goiânia
DAIA	Distrito Agroindustrial de Anápolis
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
DES	Departamento Estadual de Saneamento
DVOP	Departamento de Viação e Obras Públicas
ESF	Estratégia Saúde da Família
FCP/SAN	Programa de Financiamento a Concessionários Privados de Saneamento
FGTS	Fundo de Garantia por Tempo de Serviço
FMI	Fundo Monetário Internacional
FSM	Fórum Social Mundial
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
HUGO	Hospital de Urgências de Goiânia
IAS	Instituto Água e Saneamento
IAPC	Instituto de Aposentadorias e Pensões dos Comerciantes
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INAMPS	Instituto Nacional de Assistência Médica da Previdência Social
IPASGO	Instituto de Assistência dos Servidores Públicos de Goiás

ODS	Objetivo de Desenvolvimento Sustentável
OGE	Ouvidoria Geral do Estado
OMS/WHO	Organização Mundial de Saúde/World Health Organization
ONU	Organização das Nações Unidas
OSs	Organizações Sociais
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PESB	Plano Estadual de Saneamento Básico
PLANASA	Plano Nacional de Saneamento
PLC	Projeto de Lei da Câmara
PLS	Projeto de Lei do Senado
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PSF	Programa Saúde da Família
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SAAEs	Serviço Autônomo de Água e Esgoto
SAMU	Serviços de Atendimento Móvel de Urgências
SANEAGO	Saneamento de Goiás S.A.
SECIMA	Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos
SES	Sistema de Esgotamento Sanitário
SES-GO	Secretaria de Estado da Saúde de Goiás
SINAN	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
SINIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNSA	Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental
SUDS	Sistema Unificado e Descentralizado de Saúde
SUS	Sistema Único de Saúde
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para a Infância
UBS	Unidade Básica de Saúde
USF	Unidade de Saúde da Família

UPA Unidade de Pronto-Atendimento
UTI Unidade de Tratamento Intensivo

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE GRÁFICOS	xi
LISTA DE QUADROS	xii
LISTA DE TABELAS	xiii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xiv
1. INTRODUÇÃO	20
2. OBJETIVOS.	24
2.1. Objetivo Geral	24
2.2. Objetivos Específicos	24
3. REVISÃO DE LITERATURA	25
3.1. Saneamento básico	25
3.1.1. Introdução e conceito de saneamento	25
3.1.2. O saneamento básico no Brasil	27
3.1.3. Lei Nacional de Saneamento Básico	27
3.1.4. O novo Marco Legal do Saneamento	29
3.1.5. Breve aspecto histórico do saneamento em Goiás	30
3.1.6. Saneamento em Anápolis	32
3.2. Relação entre saneamento básico e saúde	34
3.2.1. Conceito de saúde	34
3.2.2. A saúde básica no Brasil	36
3.2.3. Breve aspecto histórico da saúde básico em Goiás	37
3.2.4. Saúde básica em Anápolis	39
3.3. Arboviroses	40
3.3.1. Relação arboviroses e saúde pública	41
3.4. Geoprocessamento: definições gerais	43
4. MATERIAIS E MÉTODOS	45
4.1. Caracterização da área de estudo	45
4.2. Descrição dos dados e materiais da pesquisa	47
4.3. Procedimentos metodológicos	48

4.4.	Descrição dos métodos da pesquisa	50
4.4.1.	Software's utilizados	50
4.4.2.	Geoespacialização de dados	53
5.	RESULTADOS	57
5.1.	Análises estatísticas descritivas	70
5.2.	Análises estatísticas espaciais	73
5.3.	Regressão espacial do modelo	85
5.4.	Artigo 1 – Padrões de dependência espacial da Dengue e a sua relação com indicadores de saneamento básico em Anápolis-GO	89
6.	DISCUSSÃO	111
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	114
	REFERÊNCIAS	116

ANEXO A – Formulário SINAN.....	127
ANEXO B – Formulário SINAN.....	130

1. INTRODUÇÃO

As arboviroses são doenças causadas por vírus transmitidos por artrópodes hematófagos, sendo que a maioria dos arbovírus de importância em saúde pública pertencem aos gêneros *Flavivirus*, *Alphavirus* ou *Orthobunyavirus*, que são transmitidos através da picada de insetos, destacando-se, neste cenário, como vírus neuroinvasivos de maior interesse epidemiológico, a dengue (BRASIL, 2023).

De acordo com Lima (2017) os casos vêm aumentando gradualmente devido às constantes modificações causadas pelo homem no ambiente, onde, na maioria das vezes, grande parte das doenças são diagnosticadas em regiões onde as populações são carentes, possuem hábitos precários de higiene e apresentam baixa renda. (SANGUINETTE, 2015 apud RODRIGUES et al, 2017 p. 27).

Segundo o Ministério da Saúde (BRASIL 2023) algumas arboviroses têm destaque nas discussões sobre doenças transmitidas por vetores, como dengue, zika, chikungunya e febre amarela, devido a sua emergência e reemergência no país, e por serem problemas de saúde pública mundial. É importante ressaltar que as arboviroses apresentam algumas características em comum, como sintomatologia semelhante, mesmo vetor e formas de transmissão similares, mas também apresentam características distintas como grau de gravidade, letalidade e prevalência que precisam ser conhecidos, pois impactarão no manejo dos casos.

A associação das doenças de dengue ligadas a Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados a Saúde (Classificação Internacional de Doenças – CID 10¹), relacionadas a ausência e/ou a precariedade do saneamento básico, estão entre as principais causas de doenças no Centro Oeste do Brasil. As diferenças de acesso aos serviços de saneamento básico entre vários países tropicais e dentro dos próprios países demonstram o quanto esse acesso afeta a saúde e os indicadores de qualidade de vida da população.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2019), saneamento é o controle dos fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social. De acordo com Guimarães (2007, p. 67) pode-se dizer que saneamento caracteriza o conjunto de ações socioeconômicas que têm por objetivo alcançar

¹ O CID 10 significa Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde – 10ª Revisão. É um sistema padronizado criado pela OMS para codificar doenças, sintomas, causas externas de doenças, entre outros problemas relacionados à saúde. O CID -10 serve para registrar e classificar diagnósticos médicos; auxiliar na autorização de procedimentos por planos de saúde; produzir estatísticas de saúde pública e padronizar informações médicas em nível mundial (BRASIL, 2008).

Salubridade Ambiental².

Ainda conforme a OMS (2019), a promoção de saneamento visa à prevenção de doenças, redução das desigualdades sociais, preservação do meio ambiente, promoção do desenvolvimento econômico da região, além da redução dos acidentes ambientais e eventos como enchentes, falta de água e poluição. Estudos de casos recentes estão amplamente documentados demonstrando que o saneamento básico é um fator relevante na saúde pública, principalmente na incidência de doenças como diarreia, cólera, hepatite, as parasitoses intestinais e dengue. A OMS e o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) destacam que o acesso inadequado ao saneamento básico é um dos principais fatores de risco para doenças infecciosas e parasitárias.

A noção de saneamento, ao longo do tempo, assumiu conteúdos distintos de acordo com a cultura, em função da relação existente entre homem e natureza, e também de acordo com a classe social, em função das condições materiais de existência e dos níveis de informação e conhecimento (BORJA, 2004, p. 65). Para a autora, as preocupações no campo do saneamento resultaram na perda de força da visão antropocêntrica que vigorava, dando lugar a uma nova perspectiva da relação sociedade ambiente. Dessa forma, o saneamento passa a ser tratado também em termos de saneamento básico e saneamento ambiental

Em relação ao saneamento ambiental, a OMS menciona se tratar de um conjunto de atividades que visa promover a saúde e o bem-estar das populações, por meio da gestão adequada de resíduos sólidos e rejeitos, do tratamento de água e esgoto, e da manutenção de ambientes limpos e seguros. Segundo o Ministério do Desenvolvimento Regional (2019), saneamento ambiental pode ser definido como o conjunto de ações técnicas e socioeconômicas que, quando aplicadas, resultam em maiores níveis de salubridade ambiental.

Estas ações compreendem o abastecimento de água em quantidade e em qualidade adequada; a coleta, o tratamento e a disposição adequada dos resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas; o manejo de águas pluviais; o controle ambiental de vetores; das doenças; a promoção sanitária e o controle ambiental do uso e ocupação do solo; e a prevenção e controle do excesso de ruídos.

O saneamento ambiental é algo complexo que envolve ações de vários tipos. Dentro deste contexto, o saneamento básico pode ser compreendido como um recorte do saneamento

² Salubridade ambiental é o estado de higidez em que vive a população urbana e rural, tanto no que se refere a sua capacidade de inibir, prevenir ou impedir a ocorrência de endemias ou epidemias veiculadas pelo meio ambiente, como no tocante ao seu potencial de promover o aperfeiçoamento de condições mesológicas favoráveis ao pleno gozo de saúde e bem-estar (GUIMARÃES et al, 2007).

ambiental. Assim, o saneamento básico pode ser caracterizado por um conjunto de medidas e infraestruturas consideradas essenciais para a saúde pública e o desenvolvimento sustentável das comunidades. Em contextos urbanos e rurais, a eficiência dos sistemas de saneamento influencia diretamente a qualidade de vida e o bem estar das populações. Existe um elevado déficit no setor de disposição/coleta de resíduos sólidos e esgotamento sanitário no Brasil, com maior carência nas áreas periféricas dos centros urbanos e zonas rurais, principalmente em regiões onde se concentram a população mais pobre. O esgotamento sanitário, assim como outros serviços públicos de infraestrutura, é caracterizado por custos fixos elevados, de modo que, garantir o acesso e a ampliação dos serviços de saneamento sanitário requer uma ampla definição de políticas públicas e investimentos para suprir a demanda e carência de infraestruturas.

No Brasil os índices de acesso a água tratada, coleta e tratamento de esgoto e coleta de resíduos sólidos são respectivamente de 84,2%, 55,5% e 90,4% segundo fontes do Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento (SNIS, 2022). Por ser um país de dimensões continentais existem grandes diferenças entre os indicadores regionais, comparando as regiões norte e nordeste com as regiões sul e sudeste, e dentro das mesmas regiões também ocorrem grande variação, comparando as maiores cidades, com as menores, segundo fontes do (SNIS, 2022).

Na região Centro-oeste, na qual está localizada a área de estudo, os índices de acesso a água tratada, coleta e tratamento de esgoto e coleta de resíduos sólidos são respectivamente de 89%, 63% e 90,3% segundo SNIS. Os índices apresentados na cidade de Anápolis, encontram-se superiores aos números da região centro-oeste, sendo comparados aos níveis de cidades do Sul e sudeste do Brasil.

O saneamento básico é um componente essencial para a saúde pública e o bem-estar das populações urbanas e rurais. Em muitas regiões do Brasil, a insuficiência no fornecimento de serviços básicos de saneamento está diretamente ligada ao aumento de casos de doenças infecciosas.

Considerando que o município de Anápolis (Goiás) se enquadra nesse contexto, este estudo pretende analisar a correlação entre a cobertura de saneamento básico e a incidência de dengue, doença classificada pelo CID-10, para o ano de 2024. A principal questão investigativa é identificar como a cobertura do saneamento básico tem influenciado essas tendências nos casos de dengue, e inferir possíveis relações usando geotecnologias.

A grande quantidade de casos registrados no município de Anápolis no ano de 2024

relacionados a dengue, chegando a quase 40 mil casos confirmados dessas doenças, segundo o DATASUS, já são por si só uma justificativa da pesquisa. Contudo, necessário se faz um aprofundamento no assunto, com vistas a entender quais as regiões mais afetadas, bem como fazer o mapeamento de toda cidade, procurando relacionar o tema com o atendimento ou a falta de saneamento básico, utilizando-se das modernas ferramentas e técnicas de geoprocessamento na obtenção de resultados que possam servir de referência para nortear as ações de saúde e políticas públicas no município contra a proliferação do *Aedes aegypti*.

A hipótese central deste estudo é que a deficiência ou precariedade no saneamento básico no município de Anápolis está associada ao aumento da incidência de arboviroses, em especial, a dengue, uma vez que a falta de acesso a serviços adequados de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e manejo de resíduos sólidos favorecem a proliferação do vetor *Aedes aegypti*, principal transmissor dessas doenças.

Considerando que existam áreas de Anápolis com baixa cobertura de saneamento básico especialmente no que tange ao abastecimento de água tratada, esgotamento sanitário, drenagem urbana e coleta de resíduo sólido, espera-se que nestas regiões ocorram maior incidência da transmissão de doenças relacionadas a arboviroses, sugerindo uma correlação direta entre a falta de infraestrutura adequada de saneamento e o aumento de casos de dengue.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Investigar a relação espacial entre os casos de dengue e a situação do saneamento básico no município de Anápolis – GO, com o intuito de identificar padrões e possíveis associações que possam influenciar a incidência dessa doença.

2.2 Objetivos específicos

- Analisar o saneamento básico e os dados de cobertura (abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana, coleta e tratamento de resíduos sólidos) nas regiões dentro do município de Anápolis, por meio de técnicas de geoprocessamento (GIS) correlacionando-os com as taxas de incidência de dengue;
- Mapear as Unidades de Saúde da Família – USF com registro de casos de dengue, bem como os logradouros, e suas distribuições no município de Anápolis, durante o ano de 2024, visando identificar as áreas com maior incidência dessa doença, através do Método de Kernel para a geração de mapas de calor;
- Avaliar a autocorrelação espacial entre a incidência de dengue e indicadores de saneamento em Anápolis, através de modelagens estatísticas e espaciais para identificar possíveis associações entre os casos de dengue, dados socioeconômicos e cobertura de saneamento básico;

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Saneamento básico

3.1.1. Introdução e conceito de saneamento

De acordo com o Ministério da Saúde (2015, p.18) “o conceito de saneamento vem sendo socialmente construído ao longo da história da humanidade, em função das condições materiais e sociais de cada época, do avanço do conhecimento e da sua apropriação pela população”. A noção de saneamento assume conteúdos diferenciados em cada cultura, em virtude da relação existente entre homem natureza e também em cada classe social, relacionando-se, nesse caso, às condições materiais de existência e ao nível de informação e conhecimento.

O termo saneamento é uma definição amplamente difundida, no entanto são encontrados diversos outros significados, caracterizando a inexistência de um conceito único. Em outras publicações, o Ministério da Saúde (apud LOURENÇO, 2019) conceitua saneamento como sendo a ciência e a prática de medidas higiênicas que criem e mantenham de forma efetiva condições ambientais saudáveis.

Dentre os serviços fundamentais que o saneamento abrange tem-se o abastecimento de água potável, o esgotamento sanitário, a coleta e disposição final dos resíduos sólidos e o manejo da drenagem pluvial urbana, serviços esses com papel crucial na prevenção de doenças e no aumento da qualidade de vida das pessoas.

Conforme mencionado por BRASIL (2006, p. 31):

O conceito de Saneamento Ambiental possui uma abrangência que historicamente foi construída com o objetivo de alcançar níveis crescentes de salubridade ambiental, compreendendo o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, o manejo de resíduos sólidos urbanos, o manejo de águas pluviais urbanas, o controle de vetores, a disciplina de ocupação e uso do solo, a fim de promover a melhoria das condições de vida urbana e rural. Dentro desse conceito mais amplo, um recorte cada vez mais utilizado para uma parte do Saneamento Ambiental é a classificação de Saneamento Básico, que envolve os sistemas e serviços para o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a limpeza pública ou manejo dos resíduos sólidos e o manejo de águas pluviais.

No que se refere aos aspectos históricos do saneamento básico, Rosen (2006, p. 32) destaca que “O saneamento, sendo no seu aspecto físico uma luta do homem em relação ao ambiente, existe desde o início da humanidade, ora desenvolvendo-se de acordo com a evolução das diversas civilizações, ora retrocedendo com a queda das mesmas e renascendo com o aparecimento de outras.” Segundo o autor, as ações de saneamento sempre fizeram parte do processo civilizatório, com maior ou menor ênfase. Isso significa que “diferentes civilizações, estabelecidas em diferentes locais e em diferentes épocas, chegaram à mesma conclusão: as

ações de saneamento básico são benéficas à sociedade de uma forma geral.

As áreas temáticas integrantes desse tipo de saneamento conforme descritos na Lei n.º 11.445/07, bem como um breve detalhamento dessas atividades são apresentados na Figura 1.

FIGURA 01. Áreas temáticas do saneamento básico



Fonte: Ministério das Cidades, 2019.

A Fundação Nacional de Saúde – FUNASA, órgão governamental responsável por promover a saúde pública e a inclusão social tendo suas ações centralizadas no saneamento básico e ambiental, com foco em áreas rurais e comunidades tradicionais, vem promovendo várias publicações sobre esse assunto visando gerar informação e auxiliar os gestores sobre demandas relativas a esse tema. Assim, uma evolução do conceito do saneamento segundo as inúmeras publicações da FUNASA. Ressalta-se que, atualmente, mesmo com o novo marco legal do saneamento publicado em 2020, a definição de saneamento básico continua sendo a mesma constante no Manual de Saneamento abaixo mencionado (BRASIL, 2019), ou seja, a mesma definição vigora até os dias atuais

3.1.2. O saneamento básico no Brasil

O Brasil, nos últimos anos, vem se utilizando do saneamento como instrumento de inclusão social, promoção da saúde e sustentabilidade ambiental. Trata-se de um tema de grande relevância e complexidade, refletindo as disparidades regionais, as mudanças socioeconômicas e os desafios de desenvolvimento sustentável enfrentados pelo país. O acesso a serviços adequados de saneamento é essencial para a saúde pública, a qualidade de vida e o progresso social, e, apesar dos avanços significativos nas últimas décadas, o Brasil ainda enfrenta desafios substanciais para alcançar a universalização desses serviços.

Rubinger (2008, p. 07) ressalta que “as ações de natureza sanitária no Brasil foram variáveis ao longo de seu território, em ambos os níveis, individual e coletivo, com a influência preponderante de aspectos econômicos, sociais, políticos e culturais”. Segundo a autora, nos séculos XIX e XX, no que se refere ao saneamento, o país caracterizava-se por comportamentos particulares, em cada região, no enfrentamento e na prevenção das doenças, justificados pela ausência de unidade de ações, resultando no abandono e na marginalização das populações carentes, o que se verifica ainda hoje.

3.1.3. Lei Nacional de Saneamento Básico - Lei nº 11.445 de 2007

O termo saneamento básico foi brevemente mencionado de forma oficial na Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988) Motta (2009 apud LAHOZ e DUARTE 2015 p. 331) salienta que “faltava, no setor de saneamento básico, uma norma federal transitiva direta que viesse ordenar, sistematizar e efetivar a universalização do acesso a tais serviços e fruições”.

Nesse contexto, além de estabelecer as diretrizes e o conceito de saneamento básico no Brasil, a Lei nº 11.445, sancionada em 5 de janeiro de 2007, também surgiu com o principal objetivo de garantir a universalização do acesso aos serviços de saneamento, promovendo melhorias na saúde pública e na qualidade de vida da população, além de assegurar a proteção do meio ambiente. Tal legislação visa garantir pontos principais com base em princípios fundamentais como a universalização e integralidade, qualidade, eficiência, planejamento, gestão regionalizada, financiamento, investimentos, proteção ao meio ambiente, saúde pública, monitoramento e avaliação.

Em outras palavras, trata-se do ciclo da água, desde a sua captação, passando por seu tratamento e distribuição à população e encerrando-se no consumo final, que engloba o esgotamento sanitário, a coleta e tratamento nas estações de esgoto, além da coleta de Resíduo, drenagem urbana e manejo de águas pluviais (LAHOZ e DUARTE 2015).

A Lei federal nº 11.445/07 traz o conceito de saneamento básico em seu artigo 3º, inciso I (BRASIL, 2007):

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, considera-se:

I – saneamento básico: conjunto de serviços, infra estruturas e instalações operacionais de:

a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;

b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;

c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;

d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas;

A Lei outorga os municípios como entes responsáveis pela prestação dos serviços de saneamento básico, podendo estes contratarem empresas prestadoras, fazer parcerias municipais, entre outros. Porém, a prestação desses serviços deve ser planejada pelos próprios municípios, mediante a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB. Os PMSB estabelecem as diretrizes municipais na área de saneamento e devem estar em consonância com as diretrizes nacionais estabelecidas pela Lei e pelo Decreto nº 7.217/2010 (BRASIL, 2010).

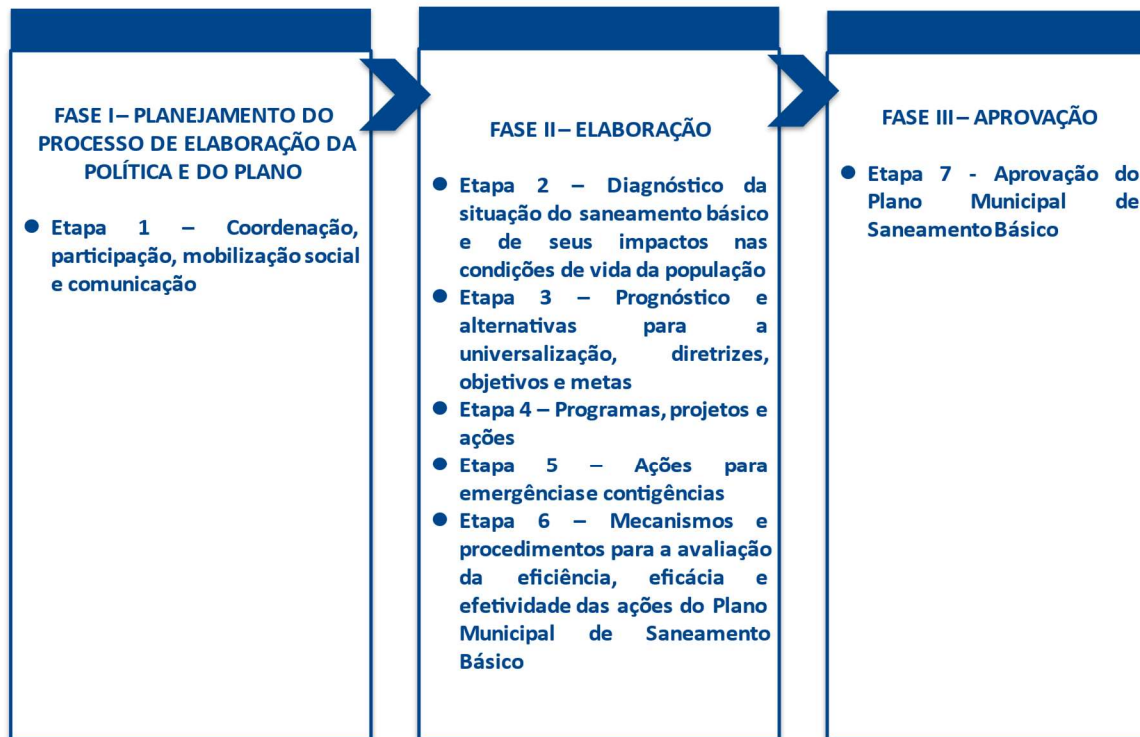
Em síntese, conforme mostra a Figura 2, o processo de elaboração do Plano de Saneamento Básico proposto pelo Ministério das Cidades (BRASIL, 2011 apud BRASIL, 2019 p. 23), pode ser dividido em três grandes fases, as quais se dividem em sete etapas.

A FUNASA (BRASIL, 2018) disponibilizou um termo de referência³ para auxiliar os municípios na elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB. O documento é um guia orientativo com etapas bem detalhadas e “visa oferecer aos entes federados, em especial aos municípios, órgãos e entidades ligadas ao setor de saneamento básico no Brasil, orientações para a elaboração do PMSB, tal como preconiza a Lei nº 11.445/2007”.

³ Documento orientativo para elaboração do PMSB, principal instrumento da Política Municipal de Saneamento Básico. De acordo com o art. 23 do Decreto nº 7.217/2010, essa Política deve organizar o saneamento básico no município, considerando as funções de gestão, desde o planejamento até a prestação dos serviços, que devem ser submetidas à regulação, fiscalização e ao controle social. Disponível em <https://boletimdosaneamento.com.br/wp-content/uploads/2022/07/boletim-do-saneamento-tr-pmsb-2018-funasa.pdf>

FIGURA 2. Processo de elaboração do Plano de Saneamento Básico

Etapas do Plano Municipal de Saneamento Básico



Fonte: Adaptado de Brasil 2011, apud Brasil 2019b.

3.1.4. O novo Marco Legal do Saneamento - Lei nº 14.026 de 2020

A efetividade da execução atual das políticas públicas de saneamento básico ainda está longe de inserir o Brasil entre os países com índices satisfatórios para o setor, o que resulta em graves implicações sociais e econômicas, especialmente para a população mais pobre, em descompasso com os objetivos previstos na Constituição Federal e na Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas – ONU, conforme mencionado por Leite, Moita Neto, e Bezerra (2022, p 1045). Salienta-se que a Agenda 2030 é um plano de ação global, adotado em 2015 por 193 Estados-membros, com o objetivo de erradicar a pobreza, proteger o meio ambiente e garantir a prosperidade para todos até o ano de 2030.

Nesse contexto, ganhou relevância no cenário nacional em 2020, a reforma da Lei Nacional de Saneamento Básico em razão da promulgação do novo Marco Legal do Saneamento (Lei n.º 14.026 de 15 de julho de 2020) que, dentre outras alterações e novidades, impôs metas de universalização para o saneamento nacional até o ano de 2033, quando 99% da população deverá ter acesso à água potável e 90% acesso ao tratamento de esgoto. Assim, o novo marco legal do saneamento modificou significativamente o arranjo institucional da

política de saneamento básico no Brasil, estabelecendo prazos para a universalização de vários serviços como abastecimento de água e esgotamento sanitário, além da destinação final dos resíduos sólidos. E, ainda, metas quantitativas de não intermitência do abastecimento, de redução de perdas e de melhoria dos processos de tratamento.

Dentre as principais alterações proposta no novo marco legal do saneamento básico, conforme mencionado por alguns estudiosos, tem-se: I) flexibilização na contratação de serviços, permitindo que os municípios possam optar por uma licitação simplificada, com o objetivo de agilizar os processos de contratação e aprimorar a qualidade dos serviços prestados; II) exigência da padronização mínima dos contratos a serem firmados, além de regras mais precisas sobre as condições de sustentabilidade e equilíbrio econômico financeiro; III) criação da figura dos blocos regionais, que permite a integração de prestação de um ou mais itens dos serviços públicos de saneamento básico em uma região que abrange mais de um município quando sua sustentabilidade econômico-financeira não for possível apenas por meio de tarifas ou taxas, ainda que agrupada com outros municípios do país, e com investimentos direcionados para atender municípios com maiores necessidades sanitárias, cuja população não possua viabilidade financeira adequada; IV) metas para a universalização do acesso aos serviços de água e esgoto com redução gradual e controle das perdas de água, como já mencionado acima; V) uniformização regulatória em todo o território nacional, por meio da Agência Nacional de Águas e Saneamento – ANA; VI) coordenação da política federal de saneamento básico, por meio do Comitê Interministerial de Saneamento Básico – CISB; VII) novas condicionantes para acesso aos recursos federais; VIII) estímulo à racionalização do consumo pelos usuários e fomento à eficiência energética; ao reuso de efluentes sanitários; e ao aproveitamento de águas de chuva, também elencados como novos princípios fundamentais, dentre outras modificações (LEITE, NETO e BEZERRA (2022); PINTO e RIBAS (2022); NETO (2020) apud DE SÁ, ROBERTO e SOUTO (2023)).

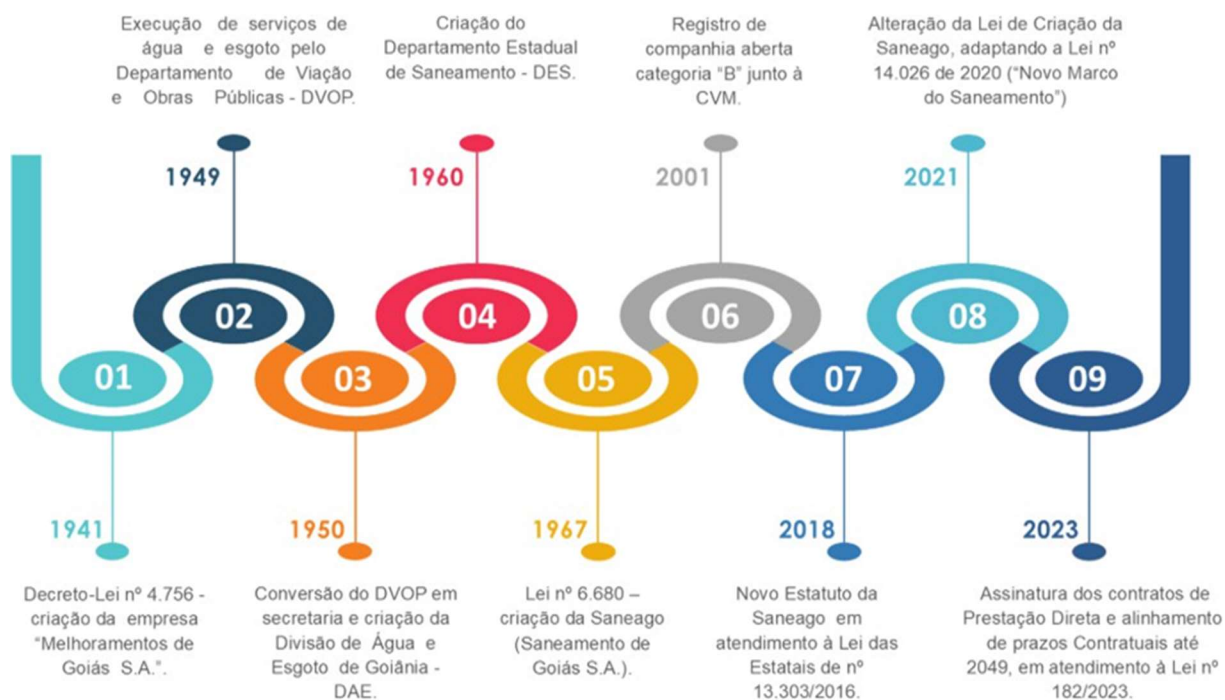
3.1.5. Breve aspecto histórico do saneamento em Goiás

É de se considerar que o histórico de saneamento básico em Goiás se confunde com a própria trajetória da SANEAGO S.A. (DE SOUZA JÚNIOR 2019 p. 17). Em 1941 surgiu a empresa Melhoramentos de Goiás S.A., criada pelo Decreto-Lei n.º 4.756 com a função de implantar a rede de esgotos sanitários da capital. Em consequência do grande crescimento da população, após dez anos de atuação da “Melhoramentos de Goiás S.A.”, o Governo do Estado assumiu a responsabilidade direta pela execução dos serviços de esgotos, unificando-os ao da

água em um só organismo pelo Decreto nº 826, de 16 de fevereiro de 1949, que aprovou o Regulamento Geral dos Serviços de Água e Esgotos Sanitários de Goiânia, elaborado pelo então Departamento de Viação e Obras Públicas – DVOP. Passado um ano, o DVOP foi transformado em Secretaria, cuja estrutura organizacional integrava, entre outras, a Divisão de Água e Esgotos de Goiânia – DAE.

Em 1960, com a Lei 3.329, foi criado o Departamento Estadual de Saneamento – DES, sendo suas atividades iniciadas em 27 de fevereiro de 1961 e encerradas em 13 de setembro de 1967, com a criação da Lei n.º 6.680, transformando o órgão em empresa de economia mista, com a denominação de Saneamento de Goiás S/A. Assim, a Saneago objetiva a prestação de serviços de saneamento básico no Estado de Goiás, por meio de concessão e gestão associada na forma constitucional prevista, cumprindo-lhe efetuar estudos, elaborar projetos, realizar obras, operar e praticar a exploração de serviços de saneamento básico, na forma da lei, considerada como conjunto de serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotos sanitários, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, bem como drenagem e manejo de águas pluviais urbanas (SANEAGO, 2025). A linha do tempo que demonstra a criação dos serviços de saneamento em Goiás pode ser visualizada na Figura 3.

FIGURA 3. Histórico dos serviços de saneamento em Goiás



Fonte: Saneago, 2025

Conforme citado por Camargo et. al (2019), em 2004, novamente o serviço de

saneamento do Estado foi alterado com a Lei 14.939/2004 que criou o marco regulatório da prestação de serviço de abastecimento de água e esgotamento sanitário, além de criar o Conselho Estadual de Saneamento (CESAM). As alterações da legislação federal de saneamento (Lei 11.445/2007) e de resíduos sólidos (Lei 12.305/2010) levaram à nova legislação estadual que instituiu a política de saneamento básico (Lei 19.453/2016), que, entre outros dispositivos, estabelece o Plano Estadual de Saneamento Básico (PESB-GO), definido nos artigos 23, 24, 25 e 26, determinando também que caberá à Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos (SECIMA) a elaboração do Plano Estadual de Saneamento.

Além da atuação na operação de água tratada e de esgotamento sanitário, serviços já realizados pela Saneago, a legislação também permite que a Companhia atue na limpeza urbana, no manejo de resíduos sólidos e na drenagem e no manejo de águas pluviais urbanas.

A Saneago atua no setor de abastecimento de água e esgotamento sanitário em 220 dos 246 municípios do Estado de Goiás, o que significa mais de 90% de alcance, realizando comercialização, estudos, projetos, construção, operação e manutenção dos sistemas, entre outras atividades afins. São mais de 33 mil Km de redes de água e 17 mil Km de redes de esgoto, o que equivale a 98% de atendimento de água e 73% de atendimento de esgoto no Estado (SANEAGO, 2025).

Segundo o Novo Marco Legal do Saneamento Básico, as companhias têm até 2033 para atingimento da meta de redução de perdas de água para 25%. A Saneago foi a primeira companhia do país a alcançar essa meta, com registro de apenas 23,5% de perdas na distribuição de água (SANEAGO, 2025).

3.1.6. Saneamento em Anápolis

Anápolis, situada a 55 km da capital goiana, caracteriza-se por ser um município em constante desenvolvimento e uma industrialização crescente, pois sua localização geográfica lhe confere o título de maior centro logístico do Centro-Oeste brasileiro, e de principal cidade industrial. Também abriga um Distrito Agroindustrial (DAIA), criado em 1976, e hoje conta com mais de 20 grandes empresas, sendo sede do Polo Farmacêutico Goiano (PREFEITURA MUNICIPAL DE ANÁPOLIS apud CAMARGO, et. al. 2019).

Atualmente, com uma população estimada de 398.869 habitantes (IBGE, 2022), os serviços de água e esgoto são prestados pela SANEAGO. De acordo com dados mais recentes, Anápolis figura em 52º lugar no Ranking Anual de Saneamento do Instituto Trata Brasil, no

qual é anualmente analisado os dados do SNIS das 100 maiores cidades brasileiras, fornecidos pelo Ministério do Desenvolvimento Regional.

Segundo o estudo, o município possui 98,63% da população com abastecimento de água, 80% da população atendida pelo serviço de esgoto e índice de perdas de água na distribuição em torno de 37% (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2024). Lembrando que todos os percentuais para o município de Anápolis estão acima da média do Estado e do país, configurando o município como um dos 100 melhores em serviços de saneamento no Brasil, conforme visualizado na Tabela 01.

Em relação ao manejo dos resíduos sólidos urbanos, em Anápolis, 98,93% dos rejeitos e resíduos sólidos da população é coletado, o que equivale a 385.724 habitantes atendidos por coleta de resíduos domiciliares. O município possui coleta seletiva de resíduos sólidos e recupera 0,64% do total de resíduos coletados. No estado, a taxa de recuperação é de 2,9%, e no país é de 2,4%. Quanto aos índices de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, são de 28,92%, tem-se que 0,1% dos domicílios estão sujeitos a risco de inundação, tendo sido registradas 280 enxurradas, inundações ou alagamentos nos últimos cinco anos (IAS, 2025).

TABELA 1. População atendida e comparativo dos níveis de saneamento (%) de Anápolis em relação ao Estado e País

Parâmetro		Anápolis	Goiás	Brasil
Tratamento de água	%	98,63	89,01	84,24
	Habitantes	393.417	6.280.842	171.067.733
Tratamento de esgoto	%	80,97	63	55,5
	Habitantes	322.949	4.444.408	112.795.436
Coleta de resíduos sólidos	%	96,7	90,32	90,4
	Habitantes	385.724	6.241.872	177.762.549
Índice de perdas de água		36,99%	27,81%	36,24%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025, base de dados SNIS 2022.

O Sistema de Abastecimento de Água - SAA em Anápolis é feito exclusivamente pela Saneago. Conforme resposta da empresa referente ao questionamento enviado sobre os serviços de abastecimento de água e esgoto⁴,

⁴ Dados fornecidos pela Saneago, Termo de Resposta da Ouvidoria n.º 80/2024 referente ao pedido de informação registrado sob o Protocolo OGE n.º 2024.0513.105348-64, o qual solicita informações públicas sobre os serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário em Anápolis – GO.

A água que abastece a população urbana é retirada de três sistemas de abastecimento, o sistema produtor Piancó com atendimento à 90,49% da população e vazão: 906,54 L/s pelo sistema Produtor DAIA com atendimento: 8,81% da população e vazão: 92,80 L/s e por poços tubulares profundos que abastece 0,7% da população. O corpo receptor do efluente da Estação de Tratamento de esgoto de Anápolis é o Rio das Antas.

Conforme informado pela prefeitura a gestão de resíduos sólidos em Anápolis, Goiás, é organizada pela Prefeitura Municipal, com a execução dos serviços de coleta e destinação final realizada por empresa terceirizada sendo que:

1. A coleta de resíduos sólidos ocorre diariamente, de segunda a sexta-feira, com horários diferenciados para cada bairro. A cidade está dividida em setores e a coleta é organizada conforme a demanda e a logística de cada região. Os horários e dias específicos para cada bairro podem ser consultados no cronograma oficial disponível no site da Prefeitura de Anápolis (www.anapolis.go.gov.br).
2. Anápolis adota um sistema de gestão integrada de resíduos sólidos, que inclui:
 - Coleta Seletiva: realizada em diversos bairros, com a separação de materiais recicláveis como plásticos, metais, vidros e papéis. Caminhões são utilizados para essa tarefa, atendendo a todos bairros da cidade.
 - Coleta Domiciliar: atende os resíduos orgânicos e não recicláveis, com frequência diária em diferentes setores da cidade, tendo como destino final o Aterro Sanitário.
 - Aterro Sanitário: os resíduos são destinados a um aterro sanitário operado de forma controlada, com monitoramento regular da qualidade do ar, da água e do solo ao redor do espaço. Anápolis é considerada a primeira cidade do país no quesito destinação de resíduos, atingindo nota máxima no Ranking de Competitividade dos Municípios. Todos os setores na zona urbana são atendidos com a coleta de resíduos sólidos.

3.2 Relação entre saneamento básico e saúde

3.2.1. Conceito de saúde

O saneamento básico é considerado fator essencial para a consagração da saúde uma vez que sua ausência implica em uma série de consequências que podem prejudicar o bem-estar de cada cidadão, influenciando diretamente também na qualidade e expectativa de vida. A OMS (1948), durante sua fundação, apontou o conceito primeiramente adotado e possibilitou o debate sobre sua definição, segundo o qual “saúde é o estado de completo bem-estar físico, mental e

social e não apenas a ausência de doença”.

A Constituição Federal (BRASIL, 1988), em seu artigo 196, menciona que:

a saúde é direito de todos e dever do Estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação.

Entendimento semelhante é adotado pela Lei n.º 8.080/1990 (BRASIL, 1990), que versa sobre a promoção da saúde em seu artigo 2º, parágrafo 1º:

Art. 2º A saúde é um direito fundamental do ser humano, devendo o Estado prover as condições indispensáveis ao seu pleno exercício.

§ 1º O dever do Estado de garantir a saúde consiste na formulação e execução de políticas econômicas e sociais que visem à redução de riscos de doenças e de outros agravos e no estabelecimento de condições que assegurem acesso universal e igualitário às ações e aos serviços para a sua promoção, proteção e recuperação.

Dando sequência, o artigo 3º da referida Lei, alterado pela Lei n.º 12.864/2013 (BRASIL, 2013), afirma que:

os níveis de saúde expressam a organização social e econômica do País, tendo a saúde como determinantes e condicionantes, entre outros, a alimentação, a moradia, o saneamento básico, o meio ambiente, o trabalho, a renda, a educação, a atividade física, o transporte, o lazer e o acesso aos bens e serviços essenciais.

FREITAS (2009, p. 903) salienta que “a ausência de saneamento básico é importante indicador de violações ao direito fundamental à saúde”, sendo essa relação traduzida na sua essencialidade. Assim, afirma-se que o serviço público de saneamento básico é fundamental para o desenvolvimento da vida, pelo fato de que sem ele as condições são precárias, haja vista a incidência de doenças decorrentes de sua ausência, bem como o desequilíbrio no meio ambiente que prejudica a qualidade de vida devendo, portanto, ser acessível a todos em razão do princípio da universalidade. Em decorrência do serviço prestado de modo inadequado, Demoliner (2008) considera que as epidemias se multiplicam e as pessoas doentes lotam os postos de saúde para o tratamento de moléstias que nunca serão erradicadas, traduzindo-se em um círculo vicioso que jamais será resolvido enquanto os devidos investimentos não forem realizados.

Segundo Lahoz e Duarte (2014), para garantir o direito fundamental à saúde o Poder Público deve-se utilizar de todas as medidas preventivas que lhe forem possíveis, incluindo o saneamento básico que, por se relacionar à captação, tratamento, e distribuição da água sem olvidar do esgotamento sanitário, limpeza e coleta de resíduos e cuidados essenciais de higiene é medida imprescindível para todo ser humano possa se desenvolver dentro de parâmetros mínimos de proteção à saúde. Sendo assim, a universalização do serviço público de saneamento

básico pode representar também uma economia para o Estado, pois reduziria o número de internações no Sistema Único de Saúde (SUS) que têm como causa doenças que são facilmente evitadas se houver a coleta de esgoto e não houver a contaminação da produção de alimentos, por exemplo. Em resumo, conforme mencionado por Figueiredo (2004, p. 512), o serviço público de saneamento básico está relacionado “a um universo que diz intimamente com o meio ambiente, com os recursos naturais, com água, com a saúde pública, em síntese, com a qualidade de vida da população”.

3.2.2. A saúde básica no Brasil

A saúde no Brasil teve seu início no período colonial, a partir do século XIX, entretanto a assistência à saúde trouxe maior influência com a instrução da prática médica e com a criação de hospitais públicos para acolher doentes que necessitaria de maiores cuidados (RIBEIRO et al., 2010 apud RODRIGUES et al. 2017). Desde 2008 até a atualidade o sistema tem se tornado mais burocrático e de acesso lento, com muitas normatizações mas com implementação deficiente em vários casos.

A criação do Sistema Único de Saúde (SUS) é considerada como um marco divisor da saúde pública no Brasil. Antes disso, a saúde era restrita a uma parcela da população que contribuía com um seguro social para desfrutar desse benefício. As ações de saúde pública eram de caráter preventivo e coletivo, com escassas exceções de assistência à saúde voltada para doenças específicas ou grupos populacionais (RIBEIRO et. al., 2010). Após a instituição do SUS, a saúde passou a ser um direito de todos e um dever do Estado. A partir de então houve uma descentralização da política de saúde e os estados e municípios passaram a administrar serviços comprometidos com os princípios da proposta de reforma sanitária a fim de garantir o direito universal e integral à saúde.

Em 1990 foi assinada a Lei n.º 8.080, que dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes, instituindo o Sistema Único de Saúde (BRASIL, 1990).

Tal legislação é caracterizada como um marco fundamental da saúde pública no país, conhecida como a Lei Orgânica da Saúde, a qual estabelece as diretrizes e normas para a organização e o funcionamento do SUS, representando um avanço significativo na busca pela universalização do acesso à saúde e na construção de um sistema de saúde mais justo e eficiente para todos os cidadãos brasileiros.

A Lei Orgânica da Saúde consagrou-a como um direito universal e estabeleceu as bases

para um sistema de saúde público e gratuito. O objetivo dessa legislação foi de operacionalizar os princípios constitucionais e criar um sistema integrado de saúde que pudesse atender de maneira abrangente e igualitária a população. Assim, conforme descrito no Artigo 7º “as ações e serviços públicos de saúde e os serviços privados contratados ou conveniados que integram o Sistema Único de Saúde (SUS), são desenvolvidos de acordo com as diretrizes previstas no Artigo 198 da Constituição Federal, obedecendo ainda aos seguintes princípios (BRASIL, 1990).

Segundo o Ministério da Saúde (2025), o SUS é um dos maiores e mais complexos sistemas de saúde pública do mundo, abrangendo desde o simples atendimento para avaliação da pressão arterial, por meio da Atenção Primária, até o transplante de órgãos, garantindo acesso integral, universal e gratuito para toda a população do país. Com a sua criação, o SUS proporcionou o acesso universal ao sistema público de saúde, sem discriminação.

3.2.3. Breve aspecto histórico da saúde básica em Goiás

A trajetória da saúde básica em Goiás reflete as transformações sociais e políticas que o estado vivenciou ao longo de décadas, acompanhando a evolução do sistema de saúde brasileiro como um todo.

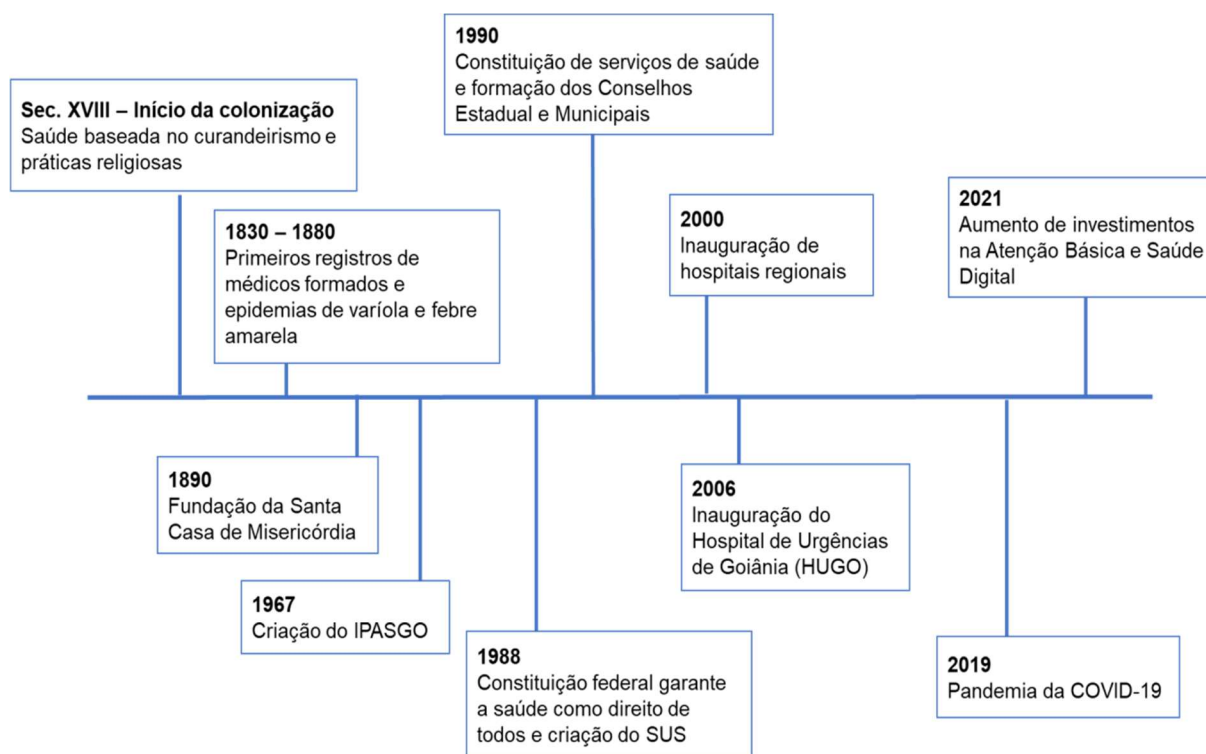
Moraes (2012) apresenta os principais marcos históricos e institucionais da saúde em Goiás. Segundo a autora, no Século XVIII, período de início da colonização, a saúde era baseada no curandeirismo, com benzedeiras e práticas religiosas, com ausência de médicos e estrutura hospitalar formal. Os primeiros registros de médicos formados atuando se deram entre 1830 a 1880, quando houve também um grande enfrentamento de epidemias como varíola, febre amarela e malária.

O ano de 1890 foi marcado pela fundação da Santa Casa de Misericórdia de Goiânia onde a assistência médica era majoritariamente filantrópica. Em 1937, Goiânia foi fundada como capital do Estado e houve o início da construção do sistema de saúde urbana. Em 1941 houveram as primeiras iniciativas de atenção à saúde com base previdenciária a partir da criação do Instituto de Aposentadorias e Pensões dos Comerciantes (IAPC) em Goiás. Em 1960 houve a fundação da Faculdade de Medicina da UFG, considerada como marco para a formação de médicos no Estado. O IPASGO (Instituto de Assistência dos Servidores Públicos de Goiás) foi criado em 1967, período em que aconteceu a ampliação da cobertura de saúde para servidores estaduais.

No período compreendido entre 1970 a 1980, Goiás foi marcado pela construção de

hospitais públicos estaduais e municipais. Em 1988, a Constituição Federal garante a saúde como direito de todos e dever do Estado, momento marcado pela criação do Sistema Único de Saúde (SUS). Em 1990, Goiás inicia a municipalização dos serviços de saúde, conforme diretrizes do SUS e começa os trabalhos de formação dos Conselhos Estadual e Municipais de Saúde. O ano 2000 configura-se com a criação do Programa Saúde da Família (PSF) em vários municípios goianos, e também com o início da gestão por Organizações Sociais (OSs) em hospitais estaduais. Em 2006 ocorre a inauguração do Hospital de Urgências de Goiânia (HUGO), uma das principais referências de atendimento emergencial. Em 2012 ocorre a ampliação da rede hospitalar com hospitais regionais (como os de Anápolis, Formosa e Luziânia). O ano de 2019 é marcado pela pandemia de COVID-19 com a abertura de hospitais de campanha, expansão de UTIs, vacinação em massa e implementação acelerada de telemedicina e atendimentos remotos. De 2021 a 2024, Goiás passa pelo aumento de investimentos em atenção básica e saúde digital, bem como parcerias com o setor privado e ampliação dos programas de rastreamento de doenças crônicas (SES-GO, 2025). Um resumo da linha do tempo demonstrativo da história da saúde em Goiás é apresentado na Figura 4.

FIGURA 4. Linha do tempo da saúde em Goiás



Fonte: O autor, 2025, adaptado de Moraes, 2005.

A Secretaria de Estado da Saúde de Goiás (SES-GO) é um órgão da administração direta do Poder Executivo criado pela Lei n.º 3.999 de 14 de novembro de 1961 (GOIAS, 2024).

Conforme item 2, inciso I, art. 6º, tem -se descrito suas competências.

A SES-GO tem por missão liderar a Política Estadual de Saúde com ênfase na regionalização, promovendo maior satisfação e melhoria da saúde da população no Estado de Goiás. A saúde em Goiás é organizada de forma descentralizada onde a gestão dos serviços é compartilhada entre os níveis municipal, estadual e federal. De acordo com a SES-GO (2024), algumas unidades tem a gestão realizada por meio de contratos com Organizações Sociais (OSs) sendo esse um modelo amplamente utilizado no país como um todo, voltado a aumentar a eficiência e a qualidade dos serviços prestados.

Em 2024, a cobertura da Atenção Primária à Saúde (APS) alcançou 69,5% da população segundo levantamento realizado no Ministério da Saúde através do portal e-Gestor Atenção Primária à Saúde (BRASIL, 2025). O Plano Estadual de Saúde 2024 - 2027 (GOIÁS, 2024) relata que o Estado obteve avanços significativos nos últimos anos, passando de 1390 equipes de Saúde da Família implantadas na competência janeiro de 2020, para 1.689 equipes de Saúde da Família homologadas em dezembro de 2023, enquanto as equipes de Atenção Primária passaram de 45 para 156 equipes homologadas, no mesmo período avaliado, segundo divulgado no Relatório Anual de Gestão – RAG/2024 da Secretaria de Estado da Saúde de Goiás (GOIÁS, 2025).

Criado pelo Decreto n.º 3.887 de 05 de novembro de 1992, o Conselho Estadual de Saúde de Goiás (CES-GO) desempenha um papel fundamental como instância máxima de deliberação do SUS no Estado. Com um caráter permanente e deliberativo, o CES-GO tem por missão deliberar, fiscalizar, acompanhar e monitorar as políticas públicas de saúde, garantindo a efetividade e qualidade dos serviços prestados à população.

3.2.4. Saúde básica em Anápolis

Devido à franca expansão econômica e o considerável contingente populacional, a cidade de Anápolis tem apresentado elevada demanda por serviços de saúde e de urgência. Atualmente o município é sede da Região de Saúde Pireneus, que conta com mais nove municípios. Segundo Barbosa et. al (2019, p. 76):

observa-se no município de Anápolis a conformação em rede local e regional dos serviços de atenção às urgências, formada pelos seguintes componentes: 1-Atenção Básica (AB) em Saúde; 2-Serviços de Atendimento Móvel de Urgências (SAMU 192) e suas Centrais de Regulação Médica das Urgências; 3-Sala de Estabilização; 4-Unidade de Pronto-Atendimento (UPA 24 horas) e o conjunto de serviços de urgência 24 horas; e 5- Hospitalar.

Ainda conforme mencionado por Barbosa et. al. (2019) o município conta com: 45 UBS, sendo 9 sem eSF e 36 com eSF (houve ampliação da cobertura populacional para

54,88%, o que revela a existência de vazios assistenciais neste nível de atenção).

Dados da Prefeitura de Anápolis relatam que a atenção básica à saúde é estruturada por meio de uma rede de UBS distribuídas estrategicamente pelas regiões da cidade. Essas unidades oferecem serviços essenciais como consultas médicas, tratamentos odontológicos, vacinação, fornecimento de medicação, entre outros.

De acordo com levantamento realizado no Ministério da Saúde através do portal e-Gestor Atenção Primária à Saúde (BRASIL, 2025) cujos dados são referentes a dezembro/2020, o município conta com: I) 60 eSF com cobertura de AB em torno de 68,33% e cobertura de eSF em 53,50%.

O Conselho Municipal de Saúde foi instituído em 06 de maio de 1993 por meio da Lei Municipal n.º 2.098 (ANÁPOLIS, 1993), alterada pela Lei Municipal n.º 3.036 de 9 de dezembro de 2003 e posteriormente regulamentada pelo Decreto n.º 29.836 de 4 de março de 2010, tendo como finalidade o disposto no artigo 2º de seu Regimento Interno:

O Conselho Municipal de Saúde de Anápolis é um órgão colegiado de composição paritária entre o governo e a sociedade civil, parte integrante do Sistema Único de Saúde, de caráter permanente, deliberativo, normativo, fiscalizador, consultivo, corresponsável pela elaboração da política municipal de saúde, com a finalidade de exercer o controle social sobre as ações e os serviços de saúde de qualquer natureza, bem como os aspectos econômicos, financeiros e os recursos humanos da Secretaria Municipal de Saúde de Anápolis.

O Conselho Municipal de Saúde de Anápolis é constituído por representantes do governo municipal, estadual e federal; sindicatos de médicos, odontólogos e enfermeiros; e do setor dos usuários. Atualmente é formado por 24 conselheiros membros e sua sede encontra-se no prédio da Secretaria Municipal de Saúde de Anápolis.

3.3. Arboviroses

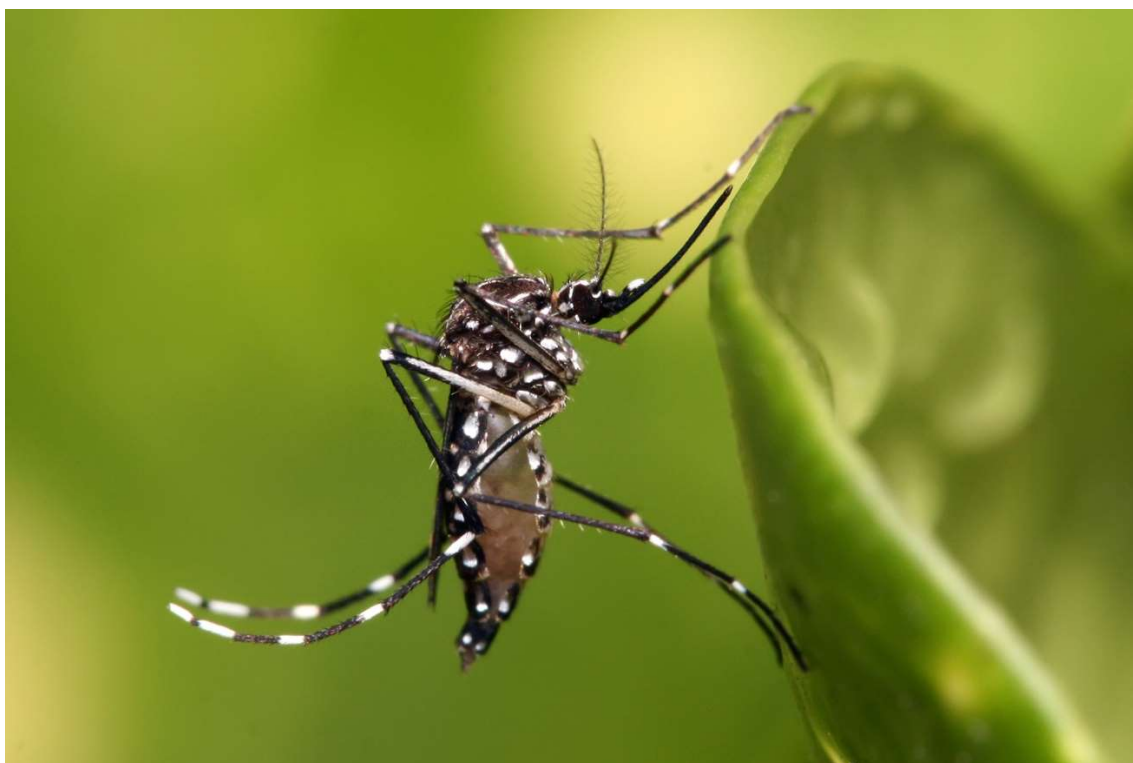
O Brasil, devido sua extensão territorial importante, clima quente e vegetação tropical, além do grande número de aglomerados urbanos invadindo os espaços rurais, torna-se um local propício e com as principais características para a disseminação de insetos, sendo esses os principais vetores de arboviroses de ciclo urbano de alta prevalência e risco para a população (dengue, zika e chicungunya).

O *Ae aegypti*, representado na Figura 5, tem papel de destaque nas ações de saúde pública, visto que, comprovadamente, é o principal vetor de transmissão das arboviroses urbanas: dengue, chikungunya e zika, doenças essas de disseminação nacional. A febre amarela de ciclo urbano também é transmitida pelo *Ae aegypti*, mas sua transmissão em meio urbano

não ocorre desde 1942. O *Ae aegypti* é um mosquito que se desenvolve na água limpa e parada, em locais quentes como as regiões tropicais e subtropicais. “O repasto sanguíneo das fêmeas, assim como a oviposição, ocorre quase sempre durante o dia, nas primeiras horas da manhã e ao anoitecer” (BRASIL, 2023 p. 25).

A dengue é a arbovirose de maior destaque, não apenas no Brasil, mas nas Américas como um todo. Vem apresentando um crescimento exponencial nas últimas quatro décadas, proporcionando risco importante à população mundial, por isso é considerada um dos principais problemas de saúde pública mundial. Dados da OMS divulgados em Brasil (2009f, p. 11) estimam que cerca de “2,5 bilhões de pessoas (2/5 da população mundial) estão sob risco de contrair dengue e que ocorram anualmente cerca de 50 milhões de casos”. Outro dado alarmante é que deste total, “cerca de 550 mil necessitam de hospitalização e pelo menos 20 mil morrem em consequência da doença” (BRASIL, 2023, p. 28). A dengue é uma doença febril aguda que pode oscilar de casos leves e assintomáticos a casos graves. De forma geral, apresenta curso de evolução benigna, mas pode causar óbito.

FIGURA 5. Representação visual do mosquito *Aedes aegypti*



Fonte: Ministério da Saúde, 2023.

3.3.1. Relação da dengue e saúde pública

As arboviroses transmitidas pelo mosquito *Aedes aegypti* constituem-se um dos principais problemas de saúde pública no mundo, sendo a dengue a arbovirose urbana de maior

relevância nas Américas. “As infecções por dengue podem resultar em um amplo espectro de síndromes clínicas, desde doença febril branda até febres hemorrágicas e formas neuroinvasivas. Entretanto a maior parte das infecções humanas por dengue são assintomáticas ou oligossintomáticas (poucos e leves sintomas)” (BRASIL 2017c, p. 7). “É um mosquito de hábito hematófago, pertencente à ordem Diptera, subordem Nematocera, família Culicidae” Os culicídeos recebem atenção especial devido a seu hábito hematófago, por meio do qual se tornam importantes vetores de doenças (dengue, febre amarela, malária, filaríoses, encefalites, entre outras arboviroses) (BRASIL, 2016, p. 43). O ciclo de vida do *Aedes aegypti* dura em média de 7 a 10 dias, passando por quatro fases: ovo, larva, pupa e adulto. O processo ocorre do ovo à fase adulta em água parada, onde a fêmea deposita seus ovos, resistentes ao ressecamento e capazes de sobreviver por mais de um ano.

Dados do Ministério da Saúde (BRASIL, 2023) em relação à dengue apontam que, em 2022, nas primeiras semanas epidemiológicas do ano, percebeu-se uma taxa de incidência de pouco mais de 40 casos por 100 mil/habitantes, o que configura um aumento de mais de 40% de casos, quando comparado com 2021.

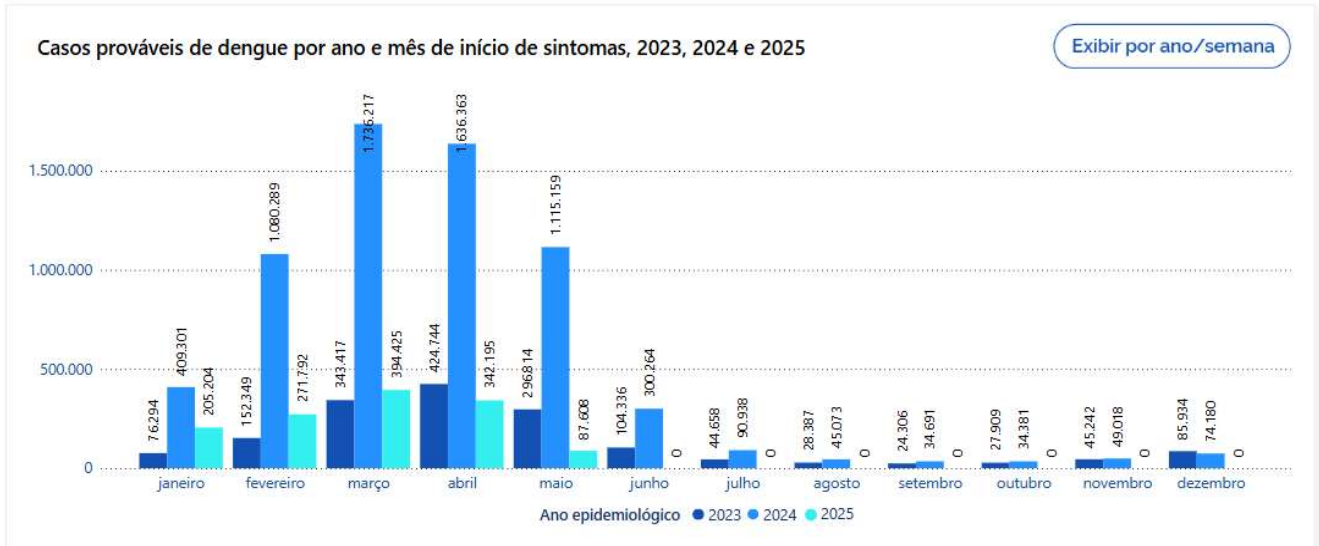
Em 2024, o Brasil registrou mais de 6,5 milhões de casos prováveis de dengue, de acordo com o Painel de Monitoramento das Arboviroses do Ministério da Saúde. O coeficiente de incidência foi de 3.105,3 por 100 mil habitantes, enquanto a OMS considera que taxas acima de 300 por 100 mil já indicam epidemia. No período, 6.264 pessoas morreram em decorrência da dengue, e outros 416 óbitos estão em investigação. No mesmo período de 2023, foram registrados 1,6 milhão de casos prováveis da doença, com 1.179 mortes confirmadas ao longo do ano. O aumento de casos em 2024 é 400% maior em relação ao ano anterior. (BRASIL, 2025).

Em 2025 os registros apontam em torno de 1.311.086 casos até a segunda quinzena de maio, com 930 óbitos confirmados e 806 em investigação. O coeficiente de incidência é de 616,7. O Gráfico 1 apresenta os dados comparativos da dengue referente aos anos de 2023, 2024 e 2025 (BRASIL, 2025). Em Goiás, em 2024 foram registrados 334.366 casos de dengue, com 443 óbitos confirmados e 14 em investigação. Para Anápolis, os dados apontam 39.051 casos com 53 óbitos confirmados (BRASIL, 2025).

Segundo o Plano Estadual de Saúde 2024-2027 (GOIÁS, 2024 p. 47) o “ Estado é considerado endêmico para arboviroses”, sendo que nos últimos dois anos têm sido notória a expressividade da ocorrência de casos de dengue . Em relação à infecção pelo vírus dengue, temos acumulado um histórico de sucessivas 47 epidemias, registradas nos anos de 2013,

2015, 2016, 2019 e 2022. Este último ano deixou a marca histórica de registro de casos e óbitos, com destaque para o acometimento de crianças e a circulação de dois sorotipos (DENV1 e DENV2).

GRÁFICO 1. Casos de dengue registrados no Brasil nos anos de 2023, 2024 e 2025.



Fonte: Painel de Monitoramento das Arboviroses, Brasil, 2025.

3.4. Geoprocessamento: definições gerais

Atualmente têm sido muito frequentes o uso de softwares geoespacializados voltados à exibição e manipulação de dados e informações que visam auxiliar no planejamento e gestão dos mais variados segmentos da sociedade. Na visão de Andrade et al. (2013, p. 7377), a utilização das geotecnologias vem evoluindo de forma significativa nos últimos anos, abrangendo diferentes organizações nas áreas de administração municipal, infraestrutura, gestão ambiental, educação, entre outras.

Os dados geoespacializados e a utilização de geotecnologias são frutos da atividade de geoprocessamento, conforme Câmara e Medeiros (1998) citado por Oliveira e Oliveira (2017, p. 90), pode ser entendido como um conjunto de conhecimentos e técnicas computacionais para o tratamento da informação geográfica e representa por meio de tecnologias que envolvem coleta e tratamento de informações espaciais, de qualquer tipo de processamento de dados georreferenciados, buscando uma representação. Diversas são as metodologias que caracterizam o geoprocessamento, por exemplo, o sistema de posicionamento global (GPS), o sensoriamento remoto, o banco de dados geográficos (BDG), a modelagem numérica do terreno (MNT) e os sistemas de informações geográficas (SIG).

O geoprocessamento engloba desde o levantamento até o processamento de dados relativos ao meio ambiente, valendo-se de programas especializados, viabilizando diversas operações, tais como interpolações e sobreposição de dados, gerando de forma eficiente e barata diversas informações importantes, tais como declividade, uso e ocupação do solo, focos de calor, hidrografia, relevo, entre outras (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2017, p. 90).

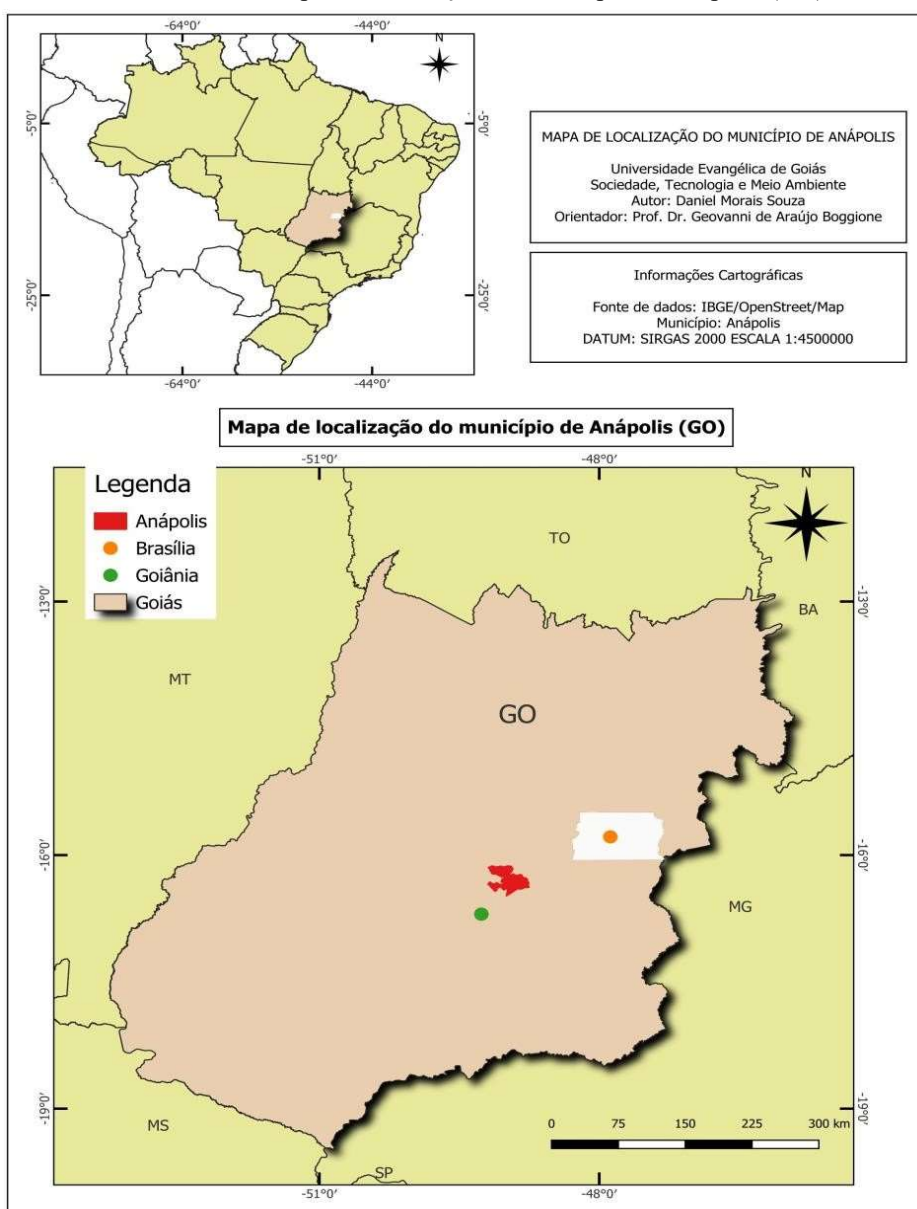
Optou-se por promover a análise de padrões espaciais a partir de dados envolvendo a geoestatística e a modelagem espacial, ou seja, analisar de forma estatística os dados espaciais relacionados ao tema em estudo tendo o uso da cartografia como utilização principal de uso para analisar e modelar a variabilidade espacial da dengue. Para tal, utilizou-se as técnicas de análise de padrões espaciais, como o Índice de Moran e a Análise de Kernel, para identificar e quantificar a concentração de fenômenos em determinadas áreas. Tais índices são recomendados para analisar surtos de doenças e a concentração de recursos naturais, dentre outros parâmetros.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Caracterização da área de estudo

O município de Anápolis está situado no estado de Goiás, Brasil, e possui uma localização importante e estratégica que o destaca no cenário estadual, estando posicionada entre as duas capitais, a aproximadamente 55 km de Goiânia, a capital do estado de Goiás, e a cerca de 160 km de Brasília, a capital federal (Figura 6). O município é cortado pela rodovia federal BR-153, uma das principais rodovias do Brasil, que conecta o Norte ao Sul do país, e também pela BR-060, que liga Goiás ao Mato Grosso do Sul.

FIGURA 6. Mapa de localização do município de Anápolis (GO)

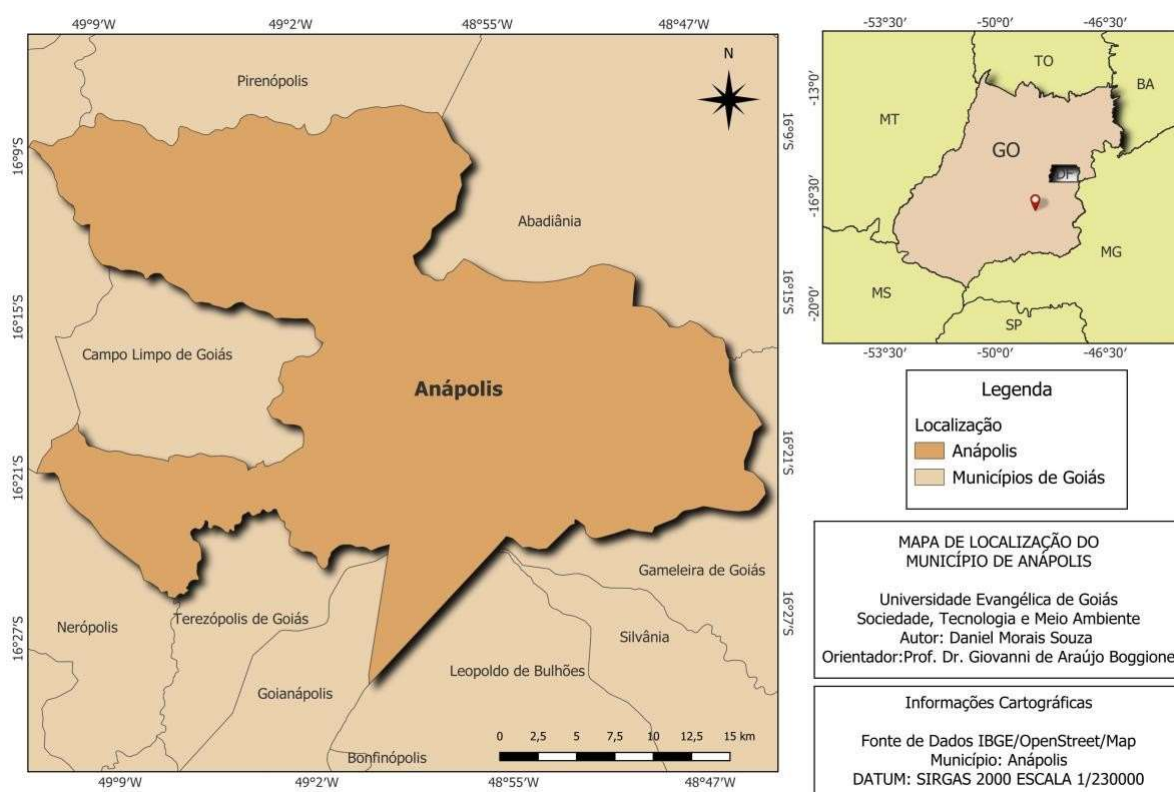


Fonte: Autor, 2025, dados IBGE, 2023.

Localizada no centro-oeste do país, Anápolis possui uma população de quase 400 mil habitantes e área de aproximadamente 935.672 km². A densidade populacional é de 426,29 hab/km² (IBGE, 2022). É a terceira cidade mais populosa do estado e suas características a tornam um local relevante para a realização do estudo. Para 2024 a população estimada, segundo o IBGE, era de 415.847 pessoas.

Anápolis possui como municípios limítrofes Pirenópolis e Abadiânia ao Norte, Silvânia a Leste, Goianápolis e Leopoldo de Bulhões a Sul, e Nerópolis, Campo Limpo de Goiás e Ouro Verde de Goiás a Oeste (Figura 7). Fazem parte como distritos Souzalândia, Interlândia, Goialândia e Joanópolis; e ainda os povoados de Miranópolis e Branópolis.

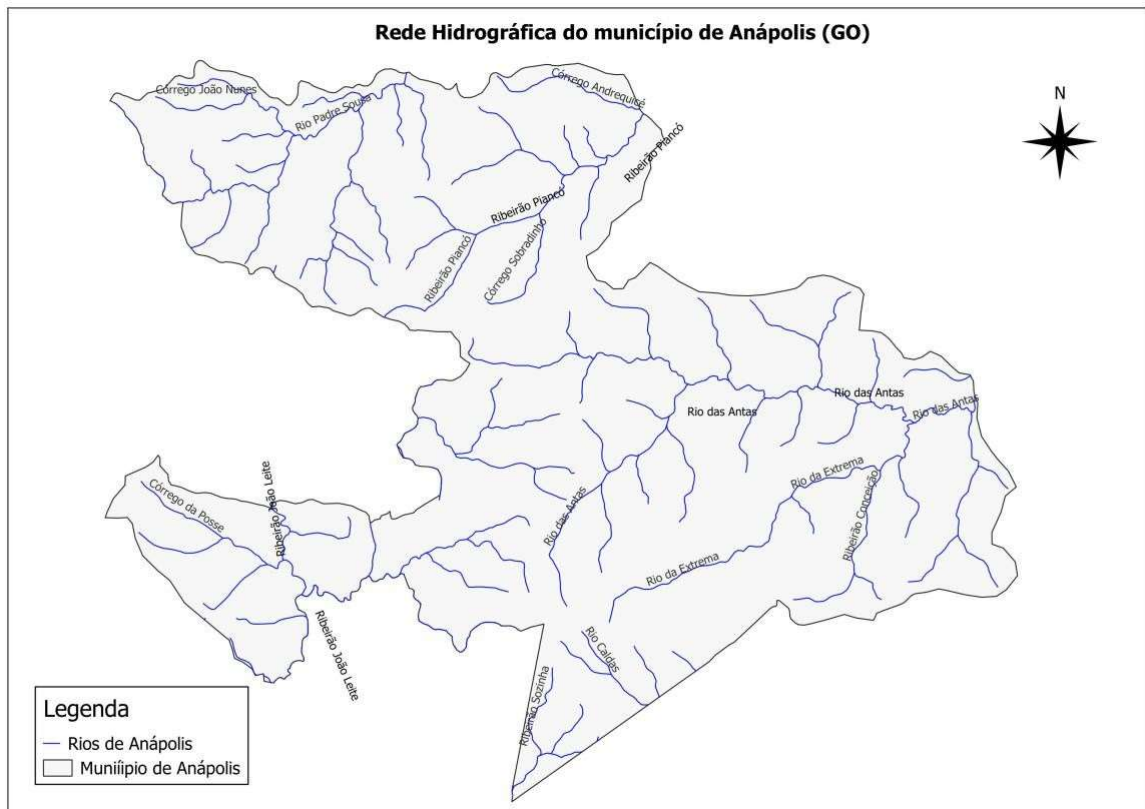
FIGURA 7. Mapa limítrofe do município de Anápolis (GO)



Fonte: Autor, 2025, dados IBGE, 2023.

Anápolis se situa na região chamada Mato Grosso Goiano, nos limites da Bacia Amazonas e da Bacia Platina. Sua bacia hidrográfica é composta pelos ribeirões João Leite, Antas, Piancó e Padre Sousa (Figura 8). As nascentes dos córregos e rios do município drenam para as bacias dos rios Paraná, Tocantins, Araguaia. O Rio das Antas deságua no Rio Corumbá, que posteriormente termina no Rio Paranaíba em Minas Gerais (SOUZA, 2019 p. 38).

FIGURA 8. Projeção da rede hidrográfica do município de Anápolis (GO)



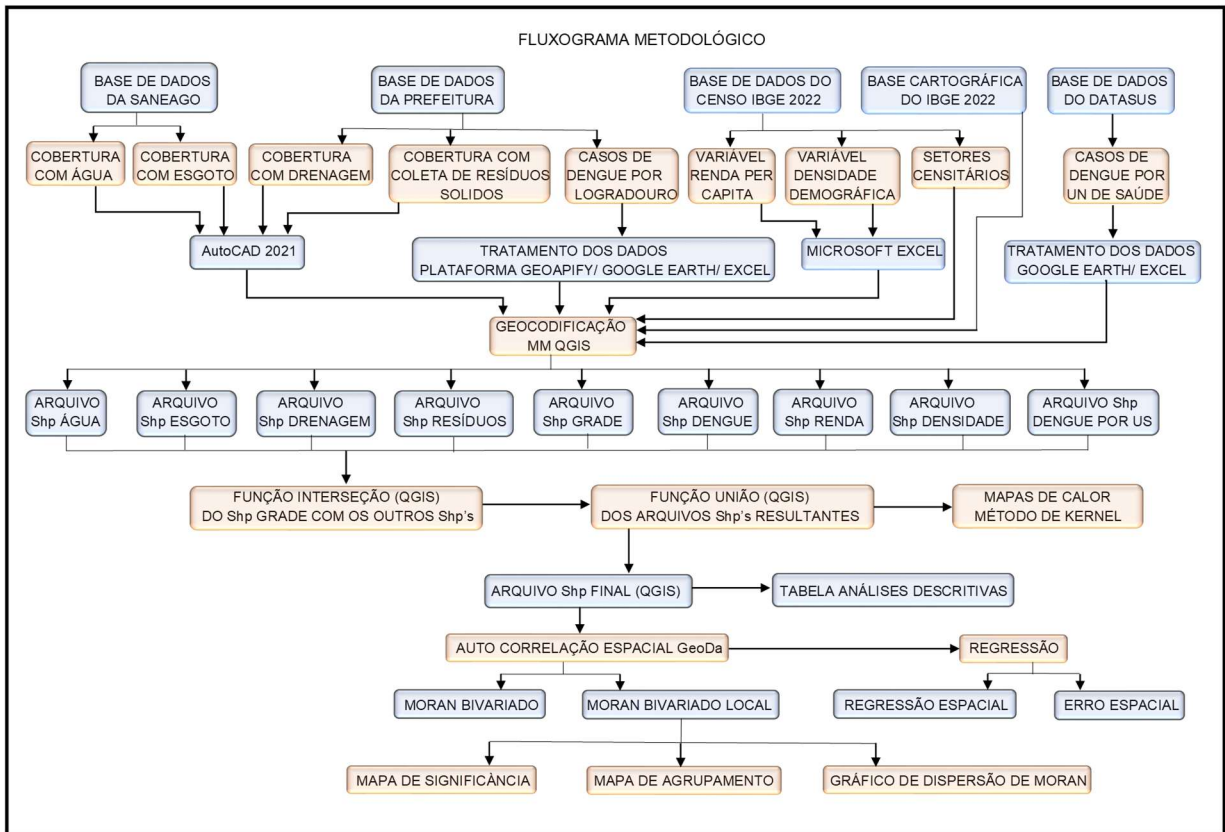
Fonte: Autor, 2025, dados IBGE, 2023.

De acordo com Souza (2019, p. 18) grande parte da população anapolina é advinda de migração de pessoas que vem principalmente do nordeste e norte do país em busca de emprego no intuito de melhorar suas condições de vida, uma vez que esta cidade apresenta forte potencial industrial e econômico, tendo como referência o Distrito Agroindustrial de Anápolis (DAIA) e outras indústrias espalhadas pela cidade. Tal fato tem como reflexo um aumento no número de habitantes, associado ao crescimento urbano, onde novos bairros são criados para abrigar o crescimento populacional, ocorrendo um aumento no número de bairros nas regiões mais afastadas da parte central do município de Anápolis, em geral, bairros mais pobres e com valor agregado menor, os quais não são alcançados por políticas públicas. Com isso, regiões são negligenciadas em termos de infraestrutura e saúde pública.

4.2. Descrição dos dados e materiais da pesquisa

Foram empregados no trabalho os dados coletados dos sites e departamentos considerados relevantes para o caso de estudo. Após essa etapa realizou-se o tratamento desses dados e sua inserção nos softwares de interesse visando a exploração das análises espaciais, a Figura 9 representa o fluxograma das variáveis e dos programas utilizados.

FIGURA 9. Fluxograma metodológico



Fonte: Autor, 2025.

4.3. Procedimentos metodológicos

Os procedimentos metodológicos utilizados no desenvolvimento dessa dissertação são definidos como método de pesquisa mista dado o caráter configurar-se como descritivo e exploratório. Realizando uma abordagem quantitativa, o trabalho busca comparar a análise das condições de saúde relacionadas a dengue e de saneamento básico no município de Anápolis.

Foram empregados os dados coletados do DATASUS e Departamento de Atenção Básica do Ministério da Saúde para o período de 2024, e pela Gerência de Vigilância Epidemiológica de Anápolis dos casos confirmados de dengue, doença listada no CID 10, utilizando dados de Saneamento básico do SINIS (Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento); junto com dados da empresa de Saneamento de Goiás S.A (SANEAGO) responsável por prestar os serviços de saneamento de água e esgoto na cidade de Anápolis, Estado de Goiás; da Prefeitura Municipal de Anápolis, quanto aos resíduos sólidos, limpeza e drenagem urbana; das Prestadoras de serviço a Fundação Universitária Evangélica (FUNEV) e Quebec ambiental, da Legislação brasileira da Lei nº 11.445 de 2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; além de dados e informações disponíveis no

IBGE.

Os dados fornecidos pela prefeitura municipal e sites das empresas de saneamento e saúde foram tratados e utilizados para a produção de mapas de cobertura de saneamento básico, referentes a prestação dos serviços. A contagem dos pontos, a obtenção exploratória dos resultados, os locais onde ocorreram os registros, e a geração de locais com probabilidade de acontecimentos de casos de arboviroses no município de Anápolis, todos foram realizados em ambiente dos softwares gratuitos voltados ao processamento, análise e visualização de dados geoespaciais: SIG (QGIS), GeoDA

As regiões urbanas e unidades hospitalares com incidência de casos foram mapeadas por meio de mapas de calor, gerados pelo Método de Kernel, destacando as regiões e unidades de saúde com os maiores ocorrências, o tratamento e análise dos dados foram realizados em ambiente SIG. A análise das correlações entre o saneamento básico e os casos registrados de dengue serão realizadas através do índice de Moran univariado para as variáveis de água tratada, esgoto sanitário, coleta de lixo e drenagem urbana, indicando assim, se houve associação com os casos de dengue.

Foram realizados procedimentos de visita em campo, análise documental e revisão bibliográfica, assim como a utilização de vários artigos para auxiliar na validação dos objetivos, hipótese e da pesquisa.

Para amostragem foi utilizada a população residente no município de Anápolis, logo a amostra de pesquisa envolveu um grande quantitativo de pessoas, demonstrando que os resultados encontrados serão de grande importância para os assuntos correlatos ao tema, condições socioeconômicas, saneamento e saúde, cuja finalidade é a de subsidiar a compreensão dessa relação, pois não existe a universalização do acesso aos serviços de saneamento básico no local de pesquisa.

Os dados utilizados são de base secundária. As informações aproveitadas no desenvolvimento da dissertação são de domínio público e foram retiradas de sites dos órgãos oficiais do DATASUS (<http://www.datasus.gov.br>) e FUNEV (<http://www.funev.org.br>); os dados acerca das condições de saneamento básico (esgoto, abastecimento, coleta de resíduos sólidos) foram adquiridos via sites da prefeitura municipal (<http://www.anapolis.go.gov.br>), SANEAGO (<http://www.saneago.com.br>) e do SNIS (<https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis>); e dados referentes aos critérios socioeconômicos (população, renda e escolaridade) foram obtidos na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD

(<http://www.sidra.ibge.gov.br>) e (<http://www.censo2022.ibge.gov.br>).

Saliento que os conteúdos utilizados foram coletados de modo digital das páginas da internet e fornecido pelos órgãos oficiais, dotando assim as informações com veracidade e credibilidade, minimizando a possibilidade de erro, pois normalmente as informações são revisadas antes da publicação.

Para o tratamento dos dados fez-se a análise, revisão e ajustes nos dados com o objetivo de corrigir falhas, garantir sua atualidade e sempre que possível, complementar as informações, buscando maior confiabilidade dos resultados. Realizou verificação em meio digital e físico, sendo necessário visitas às regiões mapeadas. Na ocasião, também fez registros fotográficos e anotações diretas em campo sob os mapas, além da análise de imagens de satélite obtidas por meio da plataforma Google Earth.

Durante o processo de coleta dos dados as informações relativas à cobertura de água, coleta de esgoto e gestão de resíduos sólidos encontravam-se atualizados e confiáveis, no entanto, as informações sobre o sistema de drenagem urbana estavam incompletas e desatualizadas. Sendo necessário realizar visitas de campo adicionais, e análise de imagens de satélite para atualização dos dados, delimitar as bacias de drenagem e complementar as informações ausentes

As informações de saúde utilizadas nesta pesquisa foram obtidas por meio do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), disponíveis no site da Prefeitura de Anápolis e da Fundação Universitária Evangélica (FUNEV) e dados da Vigilância Epidemiológica de Anápolis. Os procedimentos adotados para a extração de dados no portal do DATASUS, utilizando o sistema TABNET (ferramenta de tabulação online) estão descritos no Anexo A e podem servir de referência para outros pesquisadores que busquem indicadores epidemiológicos e acompanhamento de casos de doenças, por meio do aplicativo TabWin.

Um processo criterioso para validação foi necessário, reforçando a importância da revisão e manutenção contínua dos bancos de dados institucionais e da capacitação técnica das equipes responsáveis pelo preenchimento e lançamento dos registros.

4.4. Descrição dos métodos de pesquisa

4.4.1 Softwares utilizados

Os softwares utilizados foram os programas e aplicativos:

- Microsoft Excel, foi utilizado como recurso para auxiliar nos dados de saúde advindos do DATASUS, organizando os dados em forma de matriz, coluna e linhas.

- Plataforma Geoapicy, foi utilizado como ferramenta para integrar os endereços ao QGIS.
- Software Google Earth, foi utilizado como recurso para auxiliar na conferência dos dados, dos logradouros e delimitações de área.
- Software AutoCad (versão 2021), utilizado para elaboração de polígonos fechados para introdução de dados de saneamento no QGIS
- Software QGIS (versão 3.36.1), foi utilizado para o georreferenciamento e representação espacial dos dados de saneamento e de saúde, utilizando o método de Kernel para elaboração de mapas de calor,
- Software GeoDA, foi utilizado como recurso para verificar a possível correlação entre a prestação dos serviços públicos de saneamento e os casos de dengue no município de Anápolis, utilizando o método de Moran para elaboração de mapas de significância estatísticas.

A pesquisa possui como técnicas principais para abordagem e análise espacial os métodos de Kernel e Moran, explorando padrões ocultos e relações significativas entre a incidência da dengue e variáveis socioeconômicas no município de Anápolis (GO). Essas técnicas adotadas compreendem algoritmos supervisionados e não supervisionados, selecionados conforme os objetivos específicos da investigação e são descritas a seguir.

- O método de Kernel (Kernel Density Estimate - KDE)

A compreensão das estimativas de densidade espacial na aplicação de pontos georreferenciados por meio da metodologia de Kernel tem sido amplamente utilizada em diversas áreas do conhecimento, inclusive nas ciências exatas, na saúde, meio ambiente, geologia, agronomia, entre outras, conforme aponta Câmara et al. (2004, p. 60).

O método de estimativa de densidade de Kernel é uma técnica estatística amplamente empregada com a finalidade de suavizar a distribuição de pontos ou dados agrupados, como ocorre em histogramas. Ele permite a geração de superfícies contínuas e curvilíneas, que seguem os padrões dos dados originais, substituindo as linhas retas dos histogramas tradicionais por representações mais suaves e interpretáveis. O estimador de densidade de Kernel utiliza uma função que é aplicada a cada ponto, gerando uma contribuição individual à densidade geral. A soma de todas essas contribuições resulta em uma função de densidade de probabilidade sobre o domínio dos dados, auxiliando na visualização e compreensão de padrões espaciais. (VIRTANEN et al., 2020, p. 263).

Uma das principais finalidades desse método é transformar dados pontuais, como

notificações de casos de doenças ou registros de locais com alta concentração de ocorrências em determinado período, em superfícies contínuas, destacando regiões de maior ou menor intensidade. Essas áreas são conhecidas como “hotspots” (áreas críticas ou de calor) conforme Kawamoto, M. T. (2012, p. 17).

A aplicação do método Kernel depende essencialmente de dois parâmetros: o raio de influência (ou largura de banda), que determina a extensão do efeito de cada ponto, e a função de estimativa ou interpolação, que deve ser escolhida de acordo com os objetivos específicos da análise.

O método Kernel está integrado ao software QGIS e, nesta pesquisa, foi utilizado para gerar estimativas de densidade (baixa, média e alta), facilitando a visualização de superfícies e sua interpretação, possibilitando identificar locais com maior concentração de casos de dengue, os chamados (*clusters*), fator relevante para ações exploratórias e para o planejamento estratégico na área da saúde pública.

- O Índice de Moran

A análise espacial exploratória utilizando o Índice de Moran também é amplamente aplicada em estudos científicos. Nesta pesquisa, será realizada por meio do software GeoDa, que possui essa ferramenta de forma nativa, com interface amigável e recursos para análises exploratórias espaciais e geração de mapas estatísticos.

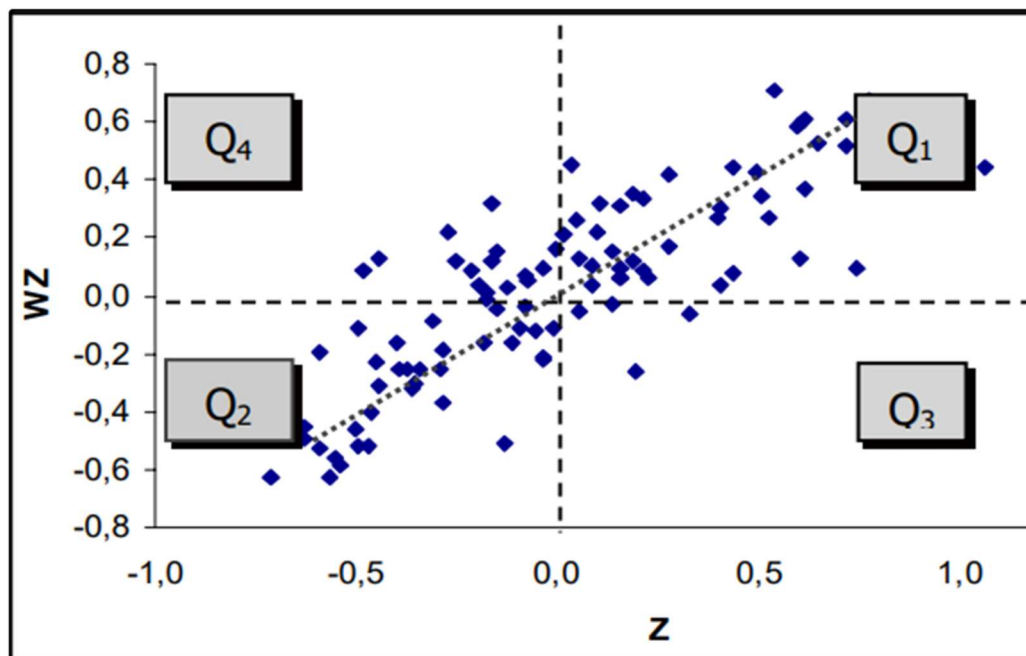
O índice de Moran mede a correlação espacial demonstrando os valores de uma variável em locais próximos. Em Moran global analisa todos os polígonos, em Moran univariado analisa os vizinhos, pode se observar um coeficiente da estatística univariada de produto cruzado, verificando se a distribuição é aleatória ou se existe alguma relação espacial. A escolha da estrutura da matriz de pesos tem consequências diretas nos resultados com relação linear a espacialidade das unidades espaciais envolvidos (Anselin, 1996).

A correlação espacial indica o grau no qual o valor de uma variável em determinada região está relacionado aos valores da mesma variável nas áreas vizinhas. Essa correlação pode ser positiva (direta), negativa (inversa) ou nula. Diferentemente da correlação tradicional entre duas variáveis distintas, aqui se avalia a dependência espacial de uma única variável em diferentes localizações geográficas Luzardo et al. (2017 p. 162).

De acordo com Câmara et al. (2002, p. 172), os resultados do Índice de Moran variam de -1 a $+1$ e são representados graficamente em quatro quadrantes, que indicam o tipo e a intensidade da correlação. Valores próximos de zero sugerem ausência de autocorrelação. Essa

abordagem analítica pode ser representada visualmente por meio do diagrama de dispersão de Moran (Figura 10).

FIGURA 10 – Diagrama de espalhamento de Moran



Fonte: Câmara et al. (2004).

Segundo Luzardo et al. (2017 p. 166) tanto o diagrama de Moran Global – (Moran Scatterplot) quanto o de Moran Local, são representados através do diagrama e significam que:

- o quadrante superior direito (Q1) os casos o valor do atributo de cada polígono e o valor médio do atributo nos polígonos vizinhos são maiores que a média: alto-alto (AA);
- O quadrante inferior esquerdo (Q2) os casos onde o valor do atributo de cada polígono e o valor médio do atributo nos polígonos vizinhos são menores que a média global baixo-baixo (BB);
- O quadrante inferior direito (Q3) os casos onde o valor do atributo de cada polígono está acima da média global: alto-baixo (AB);
- O quadrante superior esquerdo (Q4) os casos onde o valor do atributo de cada polígono está abaixo da média global: baixo-alto (BA).

4.4.2. Geoespacialização de dados

A geoespacialização consiste na inserção das informações obtidas pelos órgãos competentes, SANEAGO, Prefeitura Municipal, FUNEV e DATASUS, em um sistema de coordenadas geográficas, por meio de um programa computacional específico para essa

finalidade. No estudo, foi adotado o programa QGIS, com ampla utilização mundial, devido à sua facilidade de uso, à qualidade das imagens geradas, à variedade de operações disponíveis e pelo fato de ser um software de acesso livre.

O procedimento adotado para a geoespacialização dos mapas foi semelhante para os dados de cobertura de abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana, pois a única informação relevante para a pesquisa era a identificação das áreas com ou sem cobertura desses serviços, com o objetivo de realizar a correlação com os casos de dengue. Assim, o estudo não levou em consideração variáveis como o diâmetro e os materiais das redes existentes, nem a frequência de coleta dos resíduos sólidos.

A delimitação das áreas atendidas dentro do município foi realizada no software AutoCAD, através da criação de polígonos ao redor das zonas com cobertura. Para a inserção das unidades de saúde, foram utilizados dados obtidos do DATASUS, convertidos para o formato XLS do Excel. Em seguida, selecionaram-se as unidades localizadas em Anápolis, excluindo-se aquelas que não apresentavam casos registrados de dengue. Verificou-se, ainda, que duas unidades estavam duplicadas. Após o refinamento dos dados, obteve-se um total de 95 unidades com registros de casos de dengue no município de Anápolis.

Com os endereços das unidades, optou-se pela marcação manual dos pontos no QGIS, utilizando imagens de satélite do Google. As quantidades de casos por unidade foram organizadas no Excel e posteriormente inseridas no QGIS, com atributos numéricos (inteiros) e descritivos (nomes). Também foram digitados os dados referentes a sexo, escolaridade e raça.

Os dados registrados por logradouro e bairro foram fornecidos pela Vigilância Epidemiológica de Anápolis, sendo convertidos para o formato Excel e realizado seu refinamento. Nos casos em que haviam falhas no preenchimento, como a indicação de “quadra” em vez do logradouro, nomes incorretos ou ausentes, as informações foram corrigidas. Quando o nome da rua estava ausente, adotou-se a rua central do setor como referência, a fim de minimizar os erros de localização.

Considerando a elevada quantidade de informações, foi inviável realizar a geolocalização manual dos endereços. Assim utilizou-se a plataforma Geoapify, que fornece as coordenadas geográficas a partir dos endereços. Como o programa possui um limite máximo de 500 linhas por vez, foi necessário utilizá-lo em diversas etapas. As latitudes e longitudes obtidas precisaram ser conferidas e convertidas para a unidade de escala adotada na pesquisa.

As regiões urbanas e unidades hospitalares com incidência de casos foram mapeadas por meio de mapas de calor, gerados pelo Método de Kernel, destacando as maiores ocorrências.

As informações dos setores atendidos com abastecimento de água tratada e coleta de esgoto sanitário, fornecidas pela empresa SANEAGO, foram utilizadas para limitar as regiões cobertas por esses dois serviços no mapa urbano da cidade, dentro do programa AutoCad.

Com base nas informações disponibilizadas pela Prefeitura Municipal de Anápolis sobre a malha de coleta de resíduos sólidos e o sistema de drenagem pluvial, foi elaborada a cartografia com os mapas técnicos também no programa AutoCad em formato DWG. Os arquivos de drenagem continham o traçado urbano da cidade e as infraestruturas necessárias à realização do estudo.

Após a seleção e introdução das variáveis estudadas dentro do ambiente do QGIS, realizou-se o salvamento dos dados em formato vetorial, em extensão .shp (shapefile), bem como a formatação visual dos projetos e mapas, incluindo a aplicação de cores nos polígonos, ajustes de opacidade e a delimitação das regiões atendidas, utilizando a imagem de satélite do Google como base.

Na utilização dos métodos apresentados, para o cruzamento de dados com o auxílio do SIG o raio de influência adotado foi de 200 metros. A análise estatística via validação cruzada indicou que o raio de 200 m minimiza o erro preditivo. O gradeamento (matrizes) de 200 m x 200 m das regiões censitárias que envolvem a área urbana de Anápolis e interseccionadas célula por célula com os mapas de cada variável estudada, permitiu a geração de análises estatísticas com mapas da contagem da quantidade de casos de dengue por célula, e pela distância da célula para a unidade de saúde mais próxima.

A análise da autocorrelação espacial foi realizada por meio de mapa de autocorrelação (LISA) do índice de Moran (Moran univariado e Bivariado Local) com a produção de gráficos de dispersão de Moran, mapas de agrupamento (Cluster Map) e o mapa de significância (significance map). A verificação da autocorrelação gera mapas com valores aleatórios ou significativos entre si, sendo possível a identificação dos agrupamentos.

A matriz de pesos espaciais utilizada foi do tipo contiguidade e rainha. Essa opção é considerada a melhor para análises de grades regulares, com a análise de células vizinhas de ordem 1. Na correlação bivariada realizou-se a comparação entre as diversas variáveis. Na primeira opção, a variável adotada foi casos de dengue por logradouros descritos no gráfico no eixo (X): Na segunda opção as variáveis de saneamento e socioeconômicas (renda e densidade), no eixo (Y), gerando os mapas de cluster e significância.

Os resultados foram interpretados e descritos de acordo com cada método utilizado, garantindo que os padrões não fossem aleatórios. Agruparam-se os dados em alto-alto, alto-

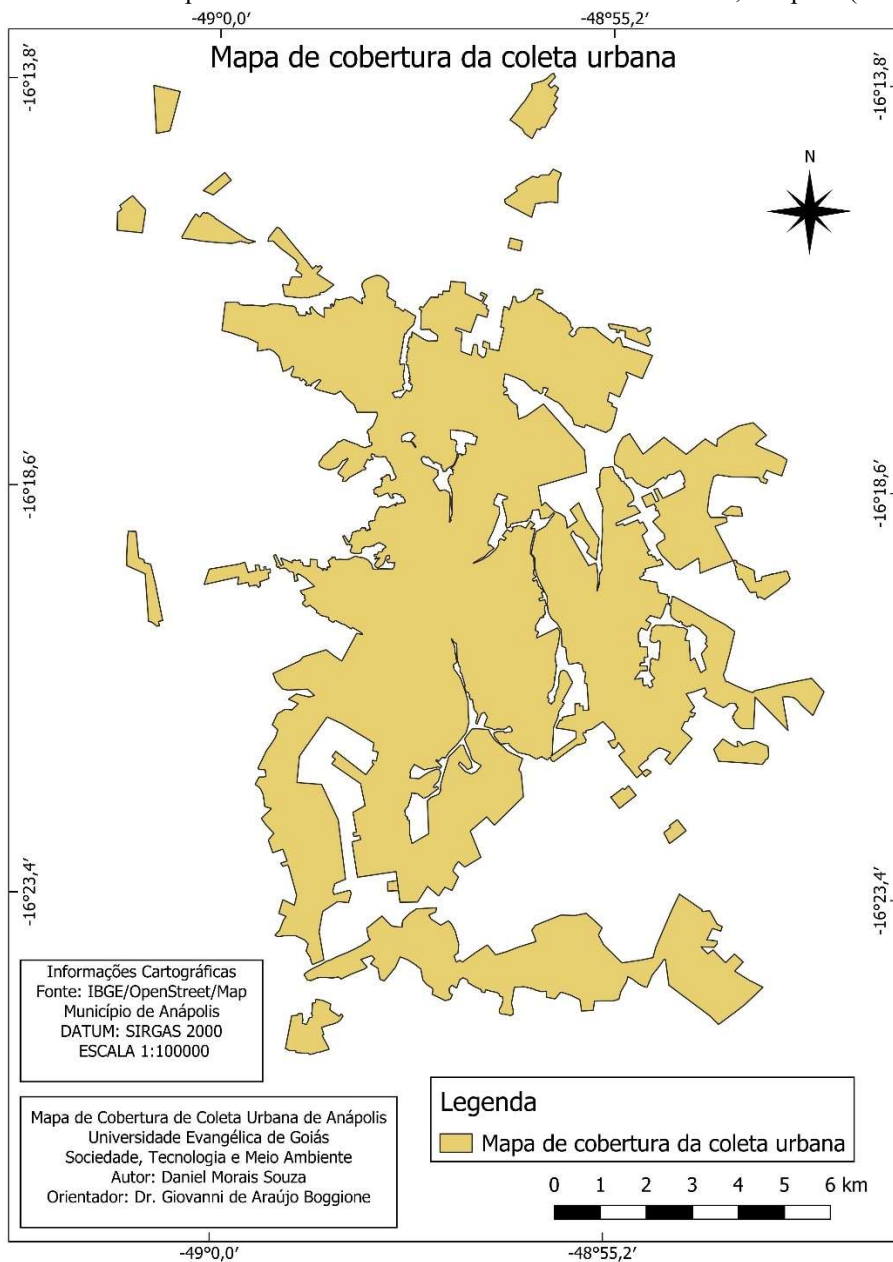
baixo, baixo-alto e baixo-baixo. Com os resultados realizou-se a regressão e a análise LISA com modelo de regressão comum e espacial, verificando o modelo mais adequado.

5. RESULTADOS

Os resultados obtidos por meio da análise geoespacial do mapeamento de cobertura dos serviços de saneamento básico demonstram que as regiões centrais da cidade são providas de todos os serviços de saneamento básico, enquanto as regiões periféricas apresentaram baixa cobertura de atendimento ou mesmo falha na prestação dos mesmos serviços.

Entre os serviços de saneamento estudados a coleta de resíduos sólidos apresentou maior cobertura, estando presente em toda a malha urbana da cidade, conforme o mapa da Figura 11.

FIGURA 11. Mapa de cobertura da coleta urbana de resíduos sólidos, Anápolis (GO)



Fonte: Autor, 2025, dados Prefeitura Municipal, 2025.

A coleta é realizada em toda a zona urbana, considera-se que, por falha na regularidade do serviço ou pela falta de conscientização e educação ambiental da população, nas regiões periféricas são observados depósitos irregulares de resíduos descartados em terrenos baldios, agravando a situação ambiental. O descarte de objetos é feito de forma inadequada, contendo, além do lixo doméstico, pneus, garrafas e latas, gerando possíveis focos de proliferação do *Aedes aegypti*.

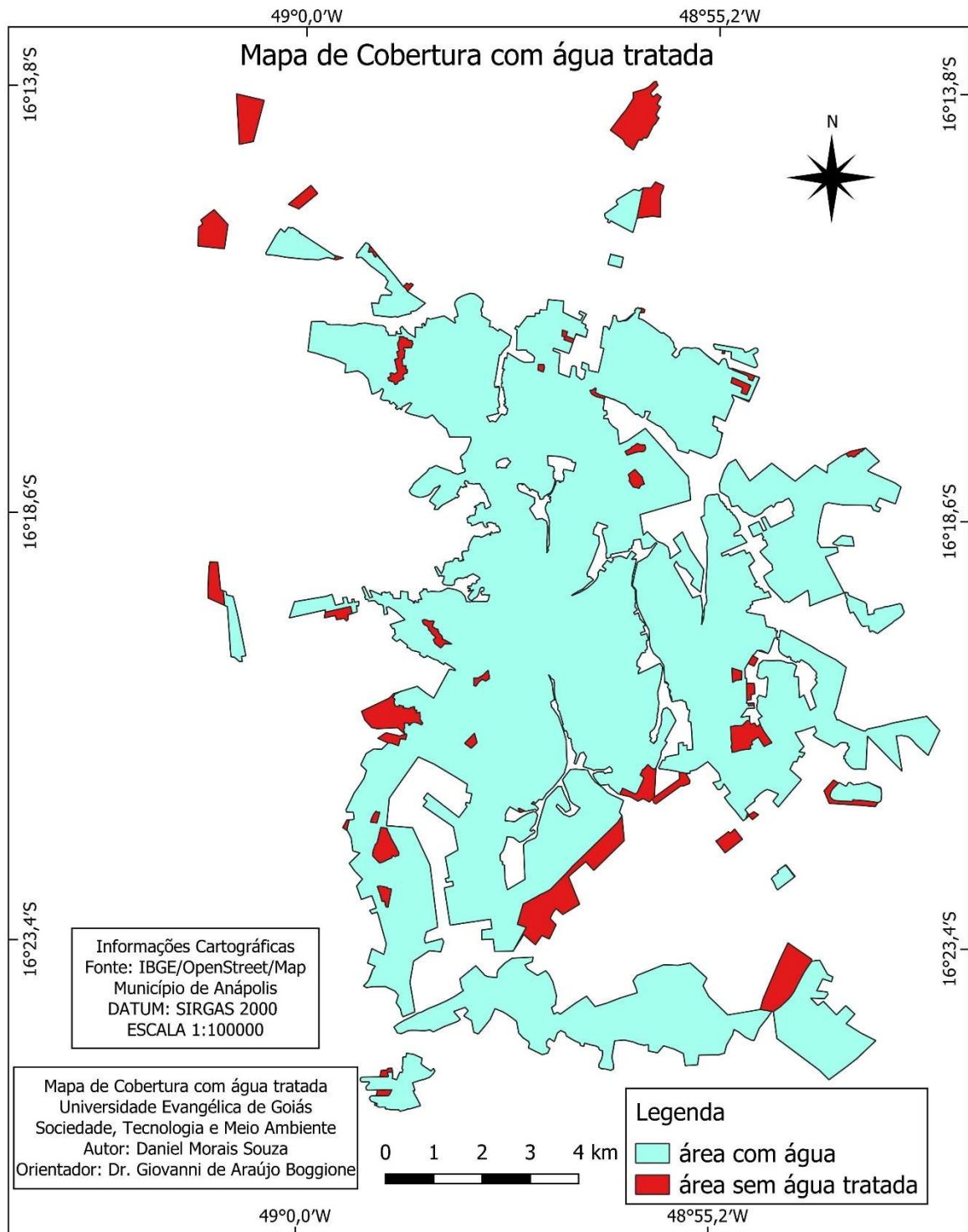
Nas regiões semi-urbanas, a prefeitura dispõe aos moradores contêineres para depósito dos resíduos domiciliares, contudo, eles não possuem tampa, e estão em quantidade insuficiente, aumentando o risco da reprodução dos vetores. As regiões com contêineres identificadas neste trabalho são: Miranópolis, Jardim Peixoto 1, Chácaras Vale das Antas, Sítio de Recreio Jardim Boa Vista 2.

A cobertura de rede de água tratada foi a segunda maior área com serviço disponibilizado à população, presente em quase toda a região urbana do município. Com exceção dos setores Jardim Promissão, Residencial Monte Sinai, residencial Vila Rica, Miranópolis, Chácaras Vale das Antas e da região ao redor da Universidade Estadual de Goiás, locais em que não existe atendimento, conforme demonstrado na Figura 12.

O estudo encontrou que a cidade de Anápolis possui elevado índice de atendimento de esgoto (em torno de 84%); no entanto, o mapa de cobertura da Figura 13 demonstra que ainda existe uma grande área descoberta que carece do mesmo.

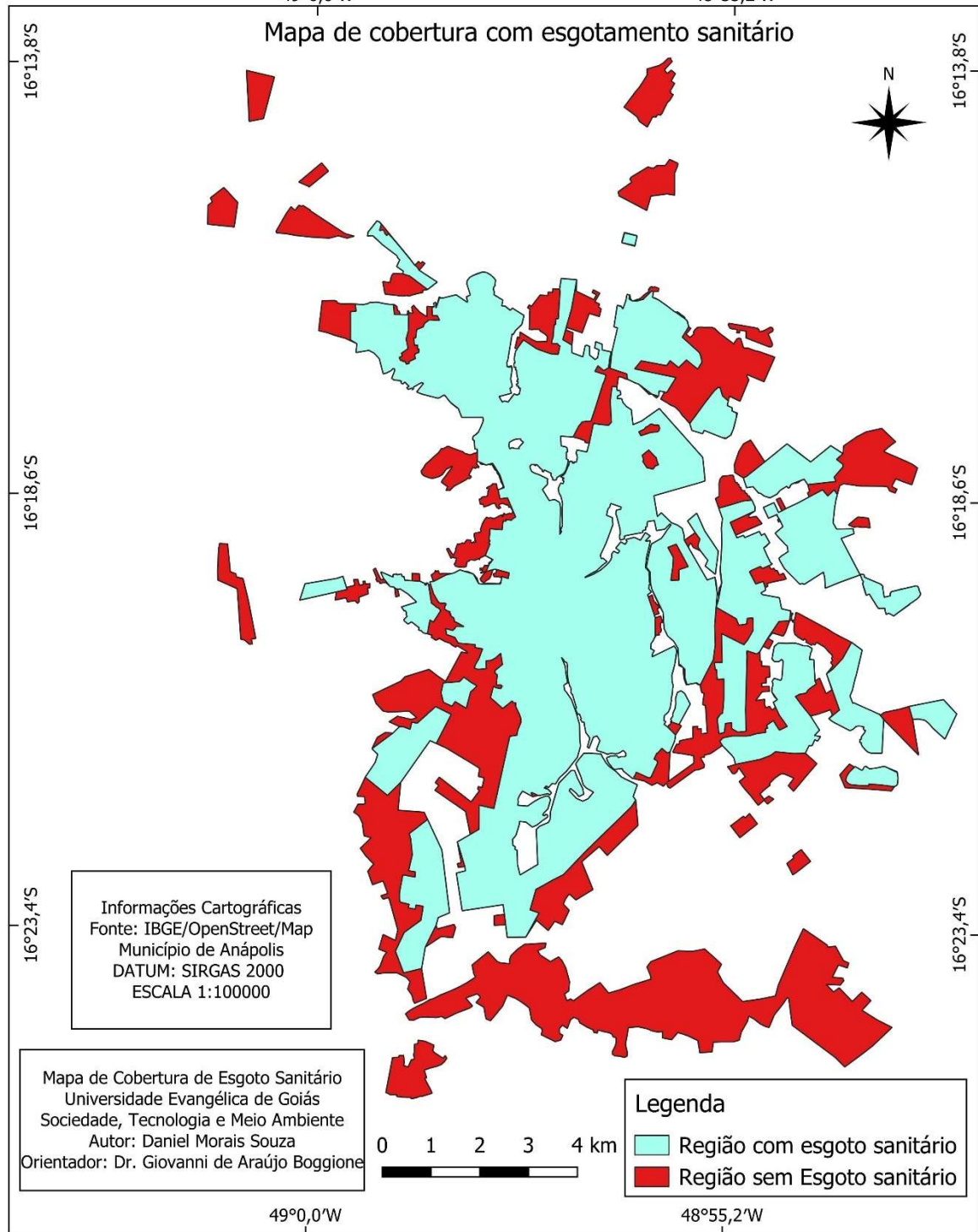
A análise dos mapas das Figuras 12, 13 e 14 permite concluir que as áreas centrais do município são beneficiadas com investimentos em infraestrutura de saneamento básico e há ausência desses investimentos para a população das áreas periféricas. Devido às condições existentes, as regiões mais afastadas utilizam fossas rudimentares que contribuem para o acúmulo de água de reuso, possibilitando o aumento dos focos de vetores.

FIGURA 12. Mapa de cobertura com água tratada no município de Anápolis (GO)



Fonte: Autor, 2025 dados SANEAGO, 2024.

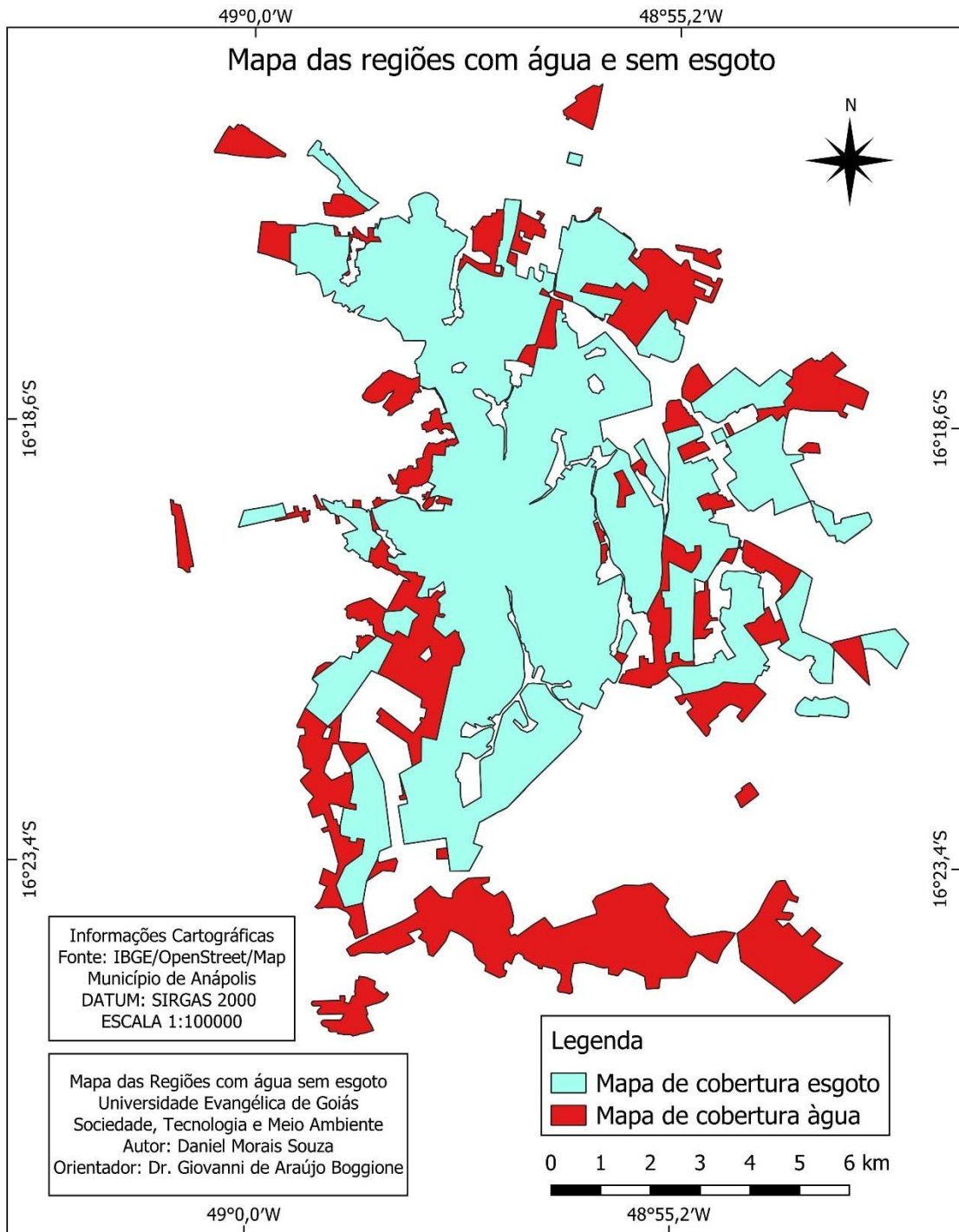
FIGURA 13. Mapa de cobertura de esgoto no município de Anápolis (GO)
49°0,0'W 48°55,2'W



Fonte: Autor, 2025 dados SANEAGO, 2024.

A Figura 14 apresenta a diferença entre as regiões com atendimento de água tratada e as que não possuem atendimento de esgoto mostrando claramente os locais que ainda necessitam de infraestrutura de esgotamento sanitário.

FIGURA 14. Mapa de sobreposição da área coberta com esgoto em relação a área de água tratada em vermelho

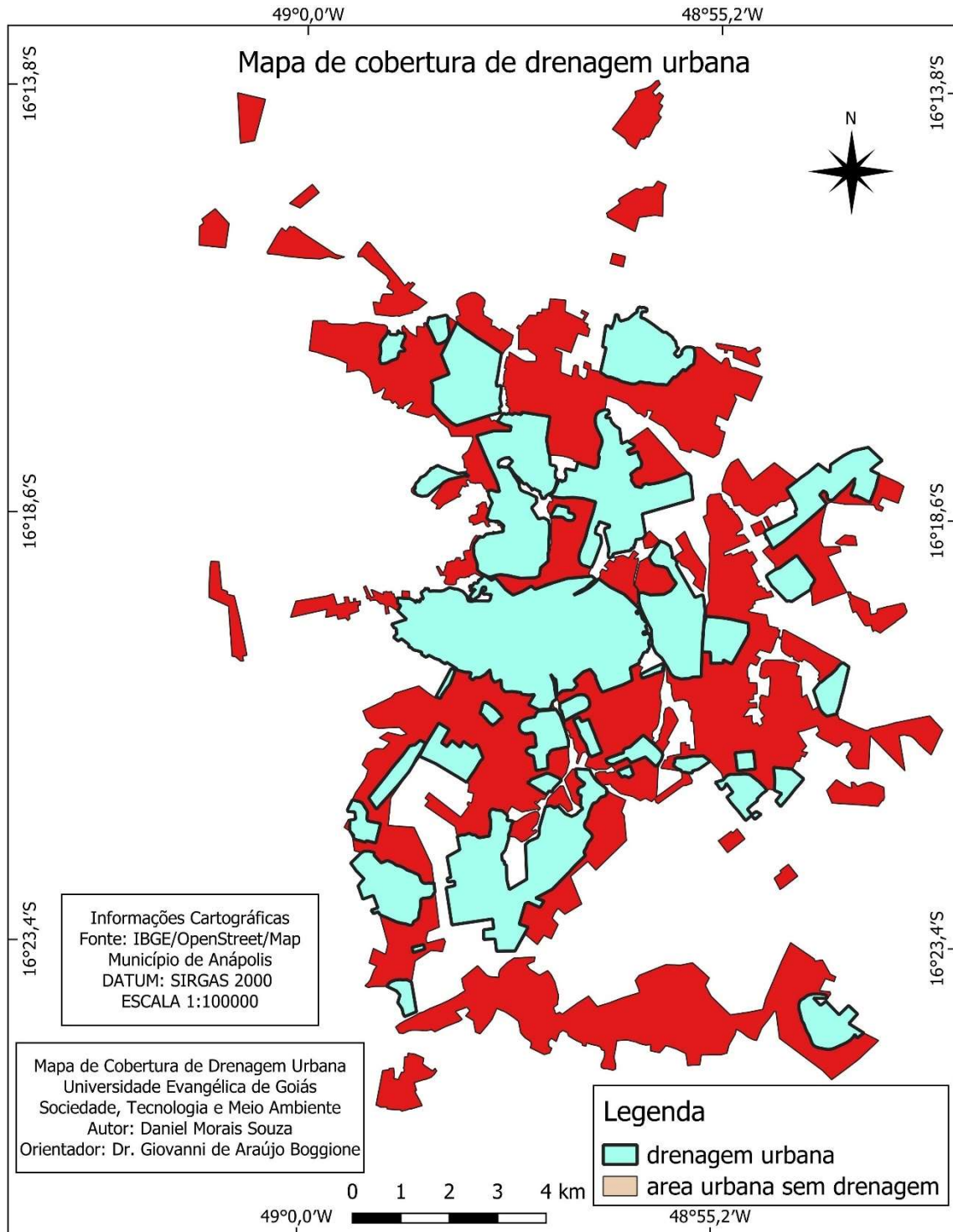


Fonte: Autor, 2025 dados SANEAGO, 2024.

Considerando a Figura 15, o resultado apresenta a drenagem urbana sendo a menor área de cobertura entre as variáveis de saneamento básico o cadastro existente, consultado junto à prefeitura municipal, encontra-se desatualizado. Para o uso das informações de drenagem com confiabilidade, foi necessário verificar a existência de redes por imagens de satélite em diversos setores dentro da zona urbana do município e atualizar o cadastro. O traçado das redes

localizadas foi marcado em mapa físico, definindo a área de contribuição de cada sub-bacia. Os polígonos desenhados no programa AutoCad foram inseridos no QGIS.

FIGURA 15. Mapa de sobreposição da área coberta com a drenagem em relação a coleta urbana de resíduo sólido



Fonte: Autor, 2025.

As imagens de satélite utilizadas na atualização do cadastro definem que os desenhos

das redes de drenagem urbana estão defasados em relação ao período em que as imagens foram postadas no Google: contudo, considerando que as obras de implantação de drenagem são investimentos de alto custo e baixo rendimento, estima-se que sua ampliação dentro da malha urbana não seja tão significativa para inviabilizar a utilização dos dados na pesquisa.

A Tabela 2 mostra a relação das áreas cobertas com serviços de saneamento básico na cidade de Anápolis, conforme os dados do QGIS. As porcentagens são em relação ao serviço de coleta de resíduos sólidos, pois foi o serviço com maior área de atendimento em toda a cidade, e não correspondem à proporção de atendimento populacional, em virtude de não terem sido consideradas as densidades demográficas das regiões.

TABELA 2. Resumo das áreas de cobertura dos serviços de saneamento básico

Cobertura dos Serviços	Área (m ²)	Porcentagem
Resíduos Sólidos	102.436.955,73	100
Água Tratada	95.365.639,37	93,10
Esgoto Sanitário	62.464.968,32	60,98
Drenagem Urbana	39.486.540,69	38,55

Fonte: O autor (QGIS – 2025)

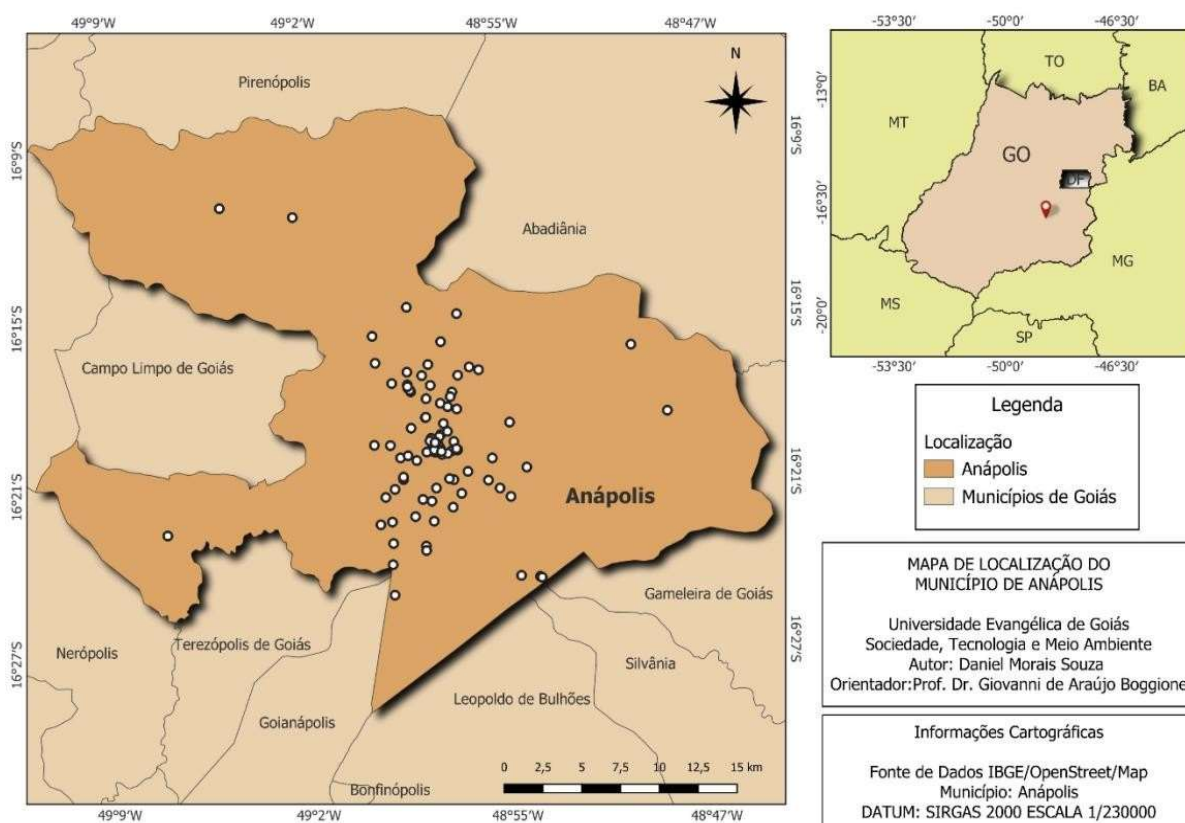
Conforme a pesquisa no sistema DATASUS (2024), os dados de saúde relativos às arboviroses no município de Anápolis registraram número recorde de 39.152 (trinta e nove mil, cento e cinquenta e dois) casos confirmados de dengue e 48 (quarenta e oito) casos confirmados da febre Chicungunya, não houve registro de Febre Amarela, Oropouche e Zika neste período. Deste total, 467 (quatrocentos e sessenta e sete) eram moradores de outras cidades ou tiveram os dados preenchidos indevidamente com total de 67 (sessenta e sete) óbitos pela doença (DATASUS, 2024).

Portanto, o estudo para os casos de dengue registrados por unidade de saúde em Anápolis, segundo o DATASUS com tipo de notificação 2 (TP NOT) e identificação do agravo (ID_AGRAVO) A90 foram 38.685 (trinta e oito mil e seiscentos e oitenta e cinco) casos possíveis de geoespacialização. Os dados do DATASUS 2024 divergem um pouco dos dados do Ministério da Saúde (BRASIL, 2025) tendo em vista que o último só considerou os casos confirmados e o primeiro considerou os casos registrados (incluindo confirmados e em investigação); contudo a diferença de 101 casos entre eles não invalida os resultados

encontrados no trabalho para os mapas de calor.

Os casos de dengue em Anápolis foram registrados em 95 unidades de saúde e espacializados em ambiente SIG. O QGIS possibilita várias interações e análises dos registros, como a verificação da quantidade de casos, raça, sexo e escolaridade por unidade de saúde, tornando acessível sua visualização através da seleção do campo a ser considerado. A Figura 16 demonstra a distribuição das unidades de saúde no total de 95 unidades, que tiveram registros informados no município de estudo.

FIGURA 16. Mapa das unidades de saúde no município de Anápolis (GO)



Fonte: Autor, 2025, dados DATASUS, 2024.

A análise geoespacial revelou que a distribuição dos casos de dengue não foi aleatória, sendo apresentada uma concentração maior em algumas unidades de saúde sendo grande parte registrados na USF Parque Iracema e UPA Dr. Alair Mafra localizada na Vila Esperança. As unidades de saúde estão localizadas em regiões distintas, a USF na região norte da cidade, enquanto a UPA na região sul, regiões que se caracterizam por apresentar alta densidade populacional e grande região de atendimento.

A análise dos (hotspots) utilizando o método de kernel mostrou que além das USFS citadas anteriormente, outras unidades de saúde também merecem as devidas atenções como a USF Dr. Antônio Augusto de Carvalho (bairro de Lourdes), USF Dr. Geraldo Vieira Guimarães

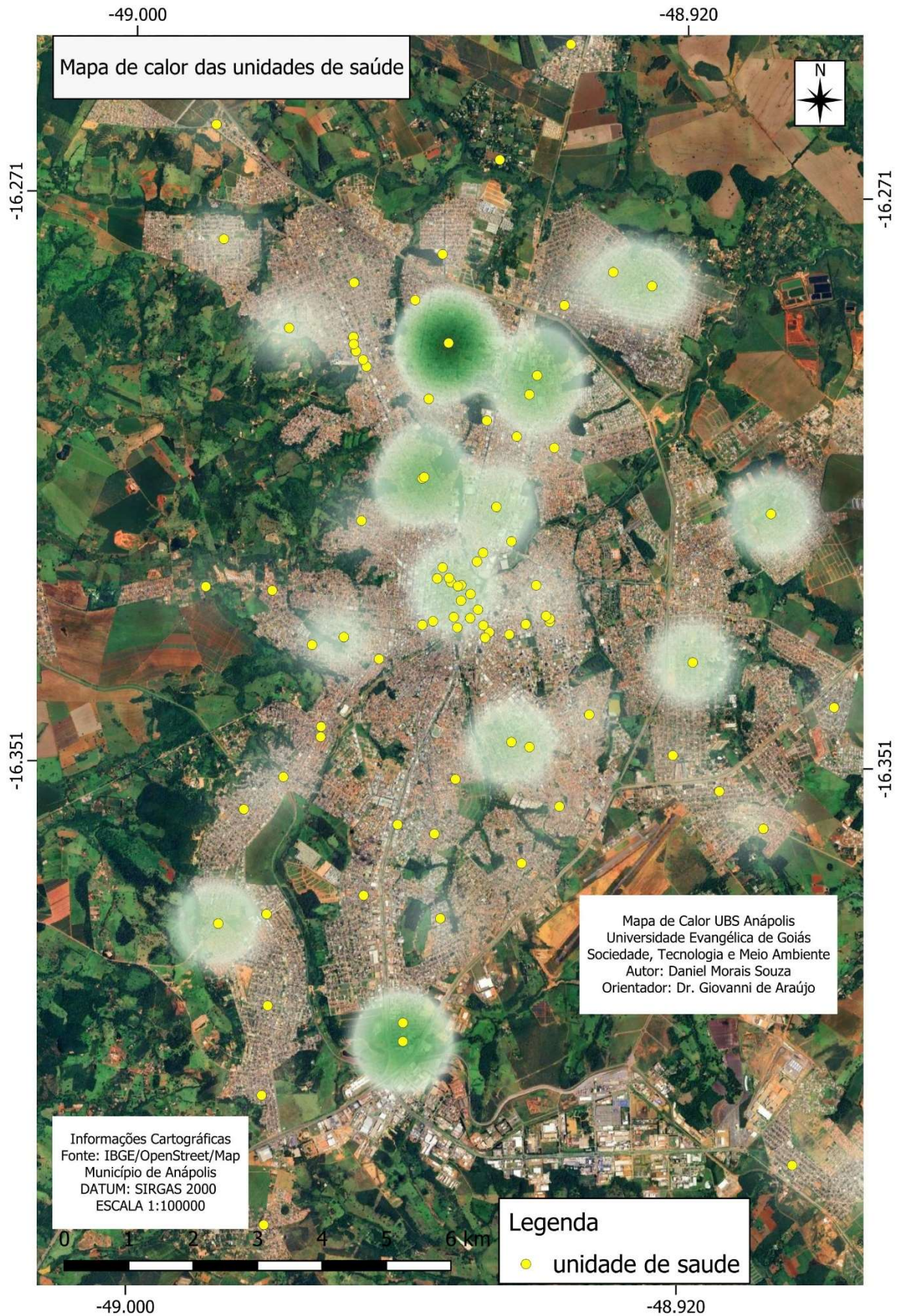
(setor Maracanã), USF Recanto do Sol, USF Vila Norte, USF Dr. Mauriti Nascimento Escobar (Vila União), USF Dr. Lineu Gonzaga Jaime (setor Filostro Machado) e o hospital Ânima, apresentaram registros acima da média, conforme observado na Figura 17, por meio dos padrões espaciais, sendo possível sua identificação através da cor verde escuro.

Diante da grande quantidade de casos ocorridos nas duas UBS, foi solicitado que fossem fornecidas explicações, e a Gerência da Vigilância Epidemiológica de Anápolis informou que as duas unidades foram selecionadas como referência no atendimento a suspeitas de casos de dengue entretanto, essa informação não inviabilizou o trabalho, visto a quantidade de focos registrados no mapa de calor para as outras unidades.

Em virtude dos resultados anteriores, iniciou-se as análises estatísticas através do mapa de calor gerado pela quantidade de casos por logradouro, pois representaria melhores resultados das regiões mais afetadas pela epidemia de dengue ocorrida no município em 2024.

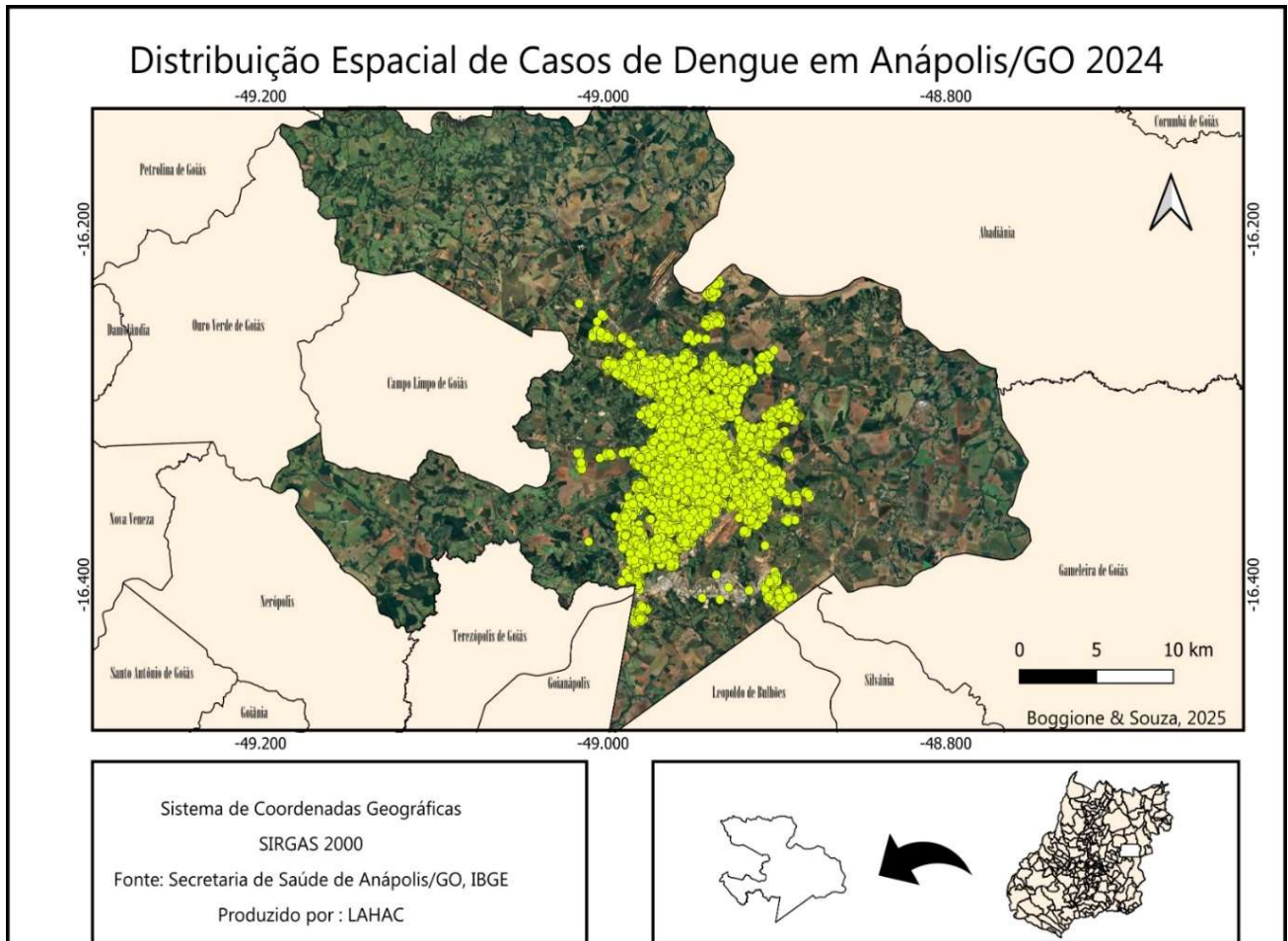
Os dados espacializados relativos aos casos de ocorrência por logradouro em ambiente SIG demonstraram que os registros abrangeram toda a zona urbana do município ficando visualmente difícil a identificação dos pontos críticos, conforme visto na Figura 18.

FIGURA 17. Mapa de calor das Unidades de Saúde em quantidade de casos de dengue



Fonte: Autor, 2025, dados DATASUS, 2024.

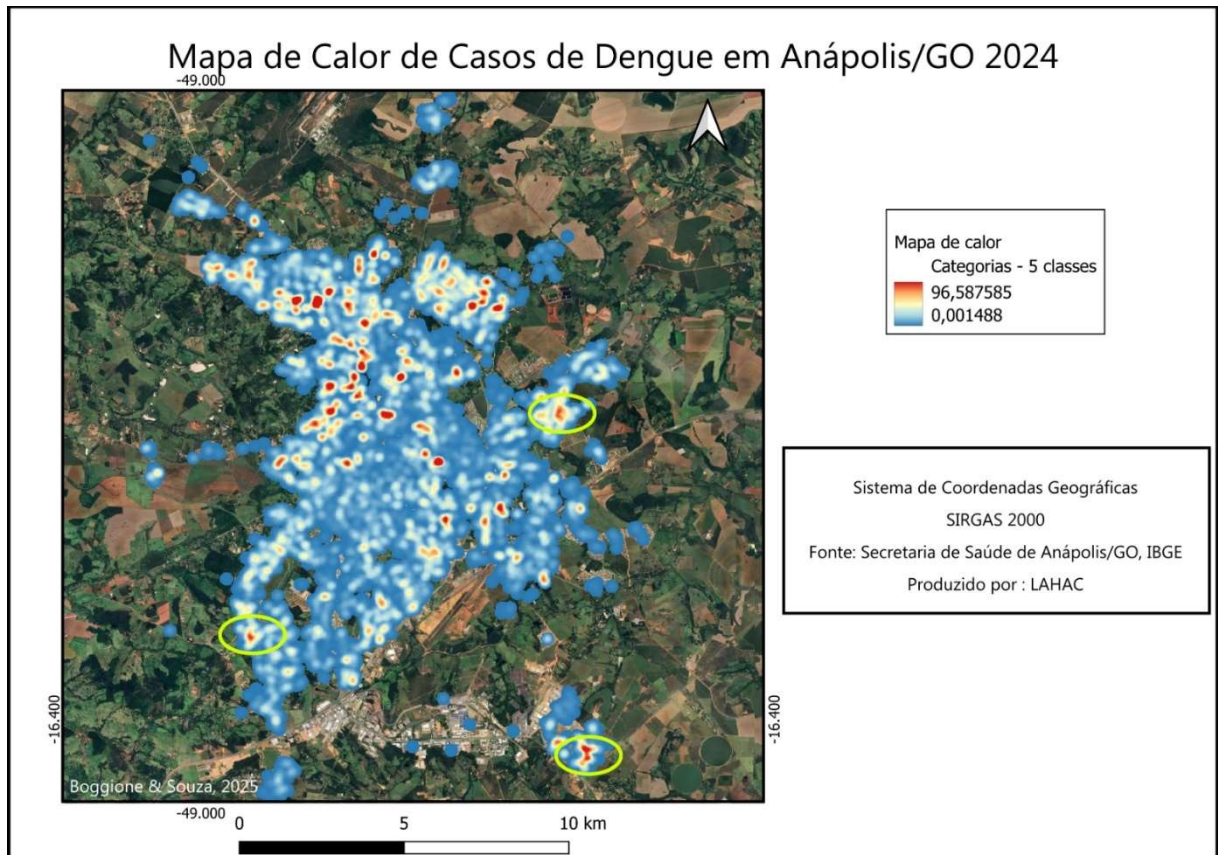
FIGURA 18 – Mapa da distribuição dos casos registrados de dengue por logradouro



Fonte: Autor, dados da Secretaria de Saúde de Anápolis (2024).

No entanto, quando utilizamos o método de kernel no QGIS, observa-se que o risco de exposição à dengue não é uniformemente distribuído no território urbano, visto que o mapa de calor evidencia as desigualdades setoriais com maiores riscos de contração dessas doenças nas regiões em cor verde escuro, conforme identificado na Figura 19.

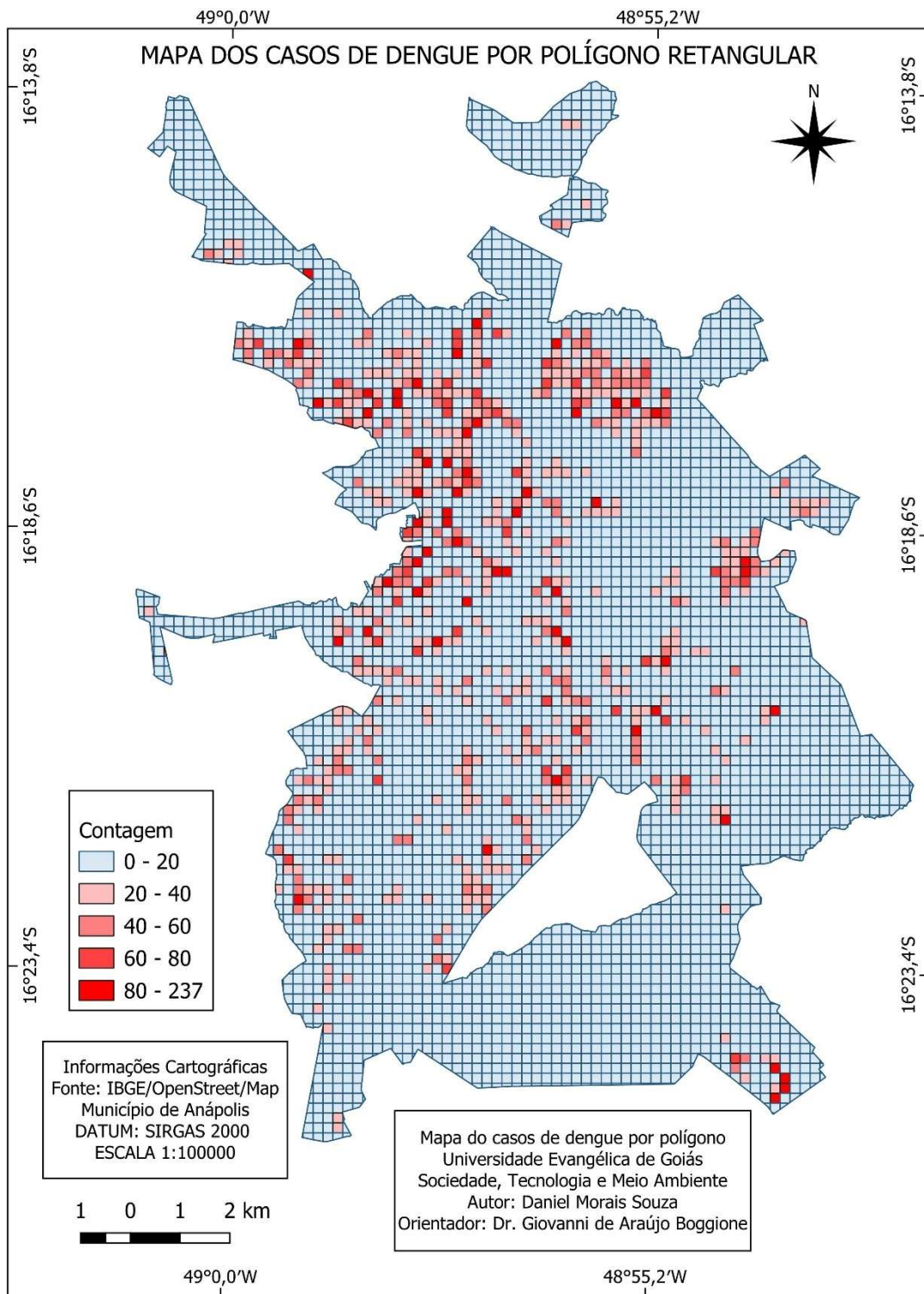
FIGURA 19 – Mapa de calor dos casos registrados de dengue por logradouro



Fonte: Autor, 2025, Dados Vigilância Epidemiológica (2024).

A Figura 20 apresenta o mapa dos setores censitários em forma de matriz quadrada com polígonos de 200 metros por 200 metros, representando em tons de vermelho a intensidade dos casos de dengue em cada polígono.

FIGURA 20 – Mapa dos casos de dengue por polígono retangular



Fonte: Autor, 2025, Dados Vigilância Epidemiológica (2024).

Os mapas das Figuras 19 e 20 mostram a intensidade da quantidade de casos de dengue registrados por logradouro. Na Figura 20 as células que possuem a coloração em vermelho escuro são as que possuem o maior registro de casos e as células em tonalidade mais clara

representam a menor quantidade de casos. Os mapas foram construídos com metodologias diferentes, porém, os resultados são semelhantes, as regiões centrais apresentaram maiores casos de dengue em relação as regiões periféricas, destacando se os seguintes setores: Vila Jaiara, Vila Harmonia; região do Recanto do Sol, Vila Norte, Parque das Flores, Portal do Cerrado e Vale do Sol; região do setor Maracanã, setor central e região do bairro de Lourdes, Jundiá e Jardim Europa, entre as poucas regiões periféricas com elevados registros, destacam-se as regiões do setor Santos Dumont, Jardim Promissão, Jardim Primavera, Munir Calixto e Jardim Esperança.

5. 1. Análises estatísticas descritivas

A intersecção entre os mapas dos casos registrados de dengue, saneamento e socioeconômicos gerou uma tabela de atributos no QGIS, com 4361 polígonos (células) cada polígono corresponde a uma linha que foram exportadas e analisadas usando a linguagem Python. A estatística descritiva analisou nove variáveis em colunas, sendo elas:

id - número de identificação de cada polígono

CS_DENGUE - casos de dengue registrado por logradouro

RA_AREA - proporção da área de cada polígono atendida com água tratada

RE_AREA - proporção da área de cada polígono atendida com esgoto sanitário

RD_AREA - proporção da área de cada polígono atendida com drenagem urbana

RST_AREA - proporção da área de cada polígono atendida com coleta de resíduo sólidos

USC_DIST - distância do centroide de cada polígono para unidade de saúde mais próxima em metros

STS_ST_REN – renda per capita de cada polígono

ST_DENSIDA - densidade populacional de cada polígono.

As colunas RA_AREA, RE_AREA, RD_AREA e RST_AREA possuem variação de 0 a 1, proporcional a área do polígono atendida com as variáveis de cada coluna, sendo 0 para 0% de área atendida, valores proporcionais intermediários entre 0 e 1 (em números decimais), e 1 para 100% da área atendida. Os casos de dengue (CS_DENGUE) apresentaram grande variação entre os polígonos, os indicadores de infraestrutura (RA_AREA, RE_AREA, RD_AREA e RST_AREA) uma variação menor, os indicadores socioeconômicos (USC_DIST, STS_ST_REN e ST_DENSIDA) também apresentaram variação considerável.

Adicionalmente, as unidades espaciais foram classificadas em quatro grupos, de acordo com a mediana de casos de dengue: áreas de baixa ocorrência (abaixo ou igual à

mediana) e áreas de alta ocorrência (acima da mediana). As médias dos indicadores foram comparadas entre os grupos utilizando o teste t de Student para amostras independentes, conforme Tabela 3.

TABELA 3. Resumo da estatística descritiva média para as variáveis

	count	mean	std	min	25%	50%	75%	max
id	4361	12882,79	2266,385	7504	11139	12878	14696	18055
CS_DENGUE	4361	8,700986	18,34886	0	0	0	10	237
RA_AREA	4361	0,534435	0,448328	0	0	0,63034	0,999929	1,000023
RE_AREA	4361	0,356057	0,440268	0	0	0	0,963075	1,000013
RD_AREA	4361	0,226255	0,382608	0	0	0	0,350018	0,999988
RS_AREA	4361	0,574587	0,443071	0	0	0,777163	0,999938	1,000013
USC_DIST	4361	1064,616	774,3125	2,927662	488,4217	822,1631	1463,381	4100,876
STS_ST_REN	4361	1162,375	839,9616	401,46	623,32	856,61	1252,28	5191,35
ST_DENSIDA	4361	2356,093	3206,766	5,5E-07	0,0003	1585,663	3884,39	55599,15

Fonte: O autor (2025)

As linhas são as variáveis em estudos, as colunas são os resultados gerados, sendo: count (quantidade de polígonos), mean (média das variáveis), std (desvio-padrão), min (valor mínimo encontrado), 25% (primeiro quartil), 50% (mediana), 75% (terceiro quartil), as observações estão abaixo deste valor, max (valor máximo observado).

Foi ajustado um modelo de regressão linear múltipla, tendo o número de casos de dengue (CS_DENGUE) como variável dependente e os indicadores de cobertura de serviços urbanos (RA_AREA, RE_AREA, RD_AREA, RS_AREA), distância até a unidade de saúde (USC_DIST), nível de renda (STS_ST_REN) e densidade populacional (ST_DENSIDA) como variáveis independentes.

A análise de correlação de Pearson entre as variáveis explicativas e o número de casos de dengue ('CS_DENGUE') indicou associações estatisticamente relevantes em diferentes direções, descritos na Tabela 4.

TABELA 4. Matriz de correlação estatística descritiva usando o coeficiente de relação de Pearson

	id	CS_DE NGUE	RA_AR EA	RE_AR EA	RD_AR EA	RS_AR EA	USC_DI ST	STS_ST REN	ST_DE NSIDA
id	1	-0,0947	-0,0989	-0,0970	-0,1139	-0,1220	0,2354	0,2660	-0,1747
CS_DENGUE	-0,094	1	0,4277	0,3759	0,3127	0,4036	-0,3115	-0,0329	0,34722
RA_AREA	-0,098	0,4277	1	0,7182	0,5291	0,9332	-0,4563	0,0795	0,42635
RE_AREA	-0,0970	0,3759	0,7182	1	0,5754	0,6684	-0,4763	0,1869	0,40024

RD_AREA	-0,1139	0,3127	0,5291	0,5754	1	0,4973	-0,3758	0,0730	0,36623
RS_AREA	-0,1220	0,4036	0,9332	0,6684	0,4973	1	-0,4613	0,0728	0,40527
USC_DIST	0,2354	-0,3115	-0,4563	-0,4763	-0,3758	-0,4613	1	-0,0516	-0,4148
STS_ST_REN	0,2660	-0,0329	0,0795	0,1869	0,0730	0,0728	-0,0516	1	0,0218
ST_DENSIDA	-0,174	0,3472	0,4263	0,400	0,3662	0,4052	-0,4148	0,0218	1

Fonte: O autor (2025).

A Tabela 5 indica o resumo das correlações estatísticas descritivas entre os casos de dengues registrados ('CS_DENGUE') com as outras variáveis.

TABELA 5. Correlação casos de dengue e demais variáveis

variable	corr_with_CS_DENGUE
id	-0,09474
RA_AREA	0,42776
RE_AREA	0,37591
RD_AREA	0,31273
RS_AREA	0,40367
USC_DIST	-0,31158
STS_ST_REN	-0,03292
ST_DENSIDA	0,34722

Fonte: O autor (2025).

A análise da Tabela 5 e sua interpretação de acordo com os principais coeficientes (todos em relação a 'CS_DENGUE') apresenta os seguintes resultados:

RA_AREA – Água tratada correlação positiva moderada (~0,43)

RE_AREA - Esgoto correlação positiva moderada (~0,38)

RD_AREA - Drenagem correlação positiva moderada (~0,31)

RST_AREA - Resíduos sólidos correlação positiva moderada (~0,40)

USC_DIST - Distância à unidade de saúde correlação negativa moderada (~ -0,31)

STS_ST_REN – renda correlação fraca, negativa (~ -0,03)

ST_DENSIDA - densidade populacional correlação positiva moderada (~0,35).

Observa-se correlação positiva de magnitude moderada entre 'CS_DENGUE' e os indicadores de infraestrutura urbana, notadamente abastecimento de água ('RA_AREA'), esgotamento sanitário ('RE_AREA'), drenagem ('RD_AREA') e manejo de resíduos sólidos ('RS_AREA'). Em contrapartida, a distância à unidade de saúde ('USC_DIST') apresentou correlação negativa com os casos registrados de dengue. Densidade populacional

(ST_DENSIDA) coeficiente positivo e estatisticamente significativo e esperado, maior densidade mais casos.

À primeira vista, a associação positiva entre maior cobertura de infraestrutura e maior número de casos de dengue pode parecer contraintuitiva. No entanto, esse padrão é consistente com a concentração de casos em áreas mais urbanizadas e densamente povoadas, que tendem a reunir maior número de indivíduos suscetíveis, maior intensidade de circulação viral e melhor estrutura de vigilância e assistência em saúde, favorecendo a detecção e a notificação dos casos. Assim, é plausível que parte desse efeito reflita não apenas maior risco de transmissão, mas também maior capacidade de registro dos agravos.

Por outro lado, a correlação negativa entre `CS_DENGUE` e `USC_DIST` sugere possível subnotificação nas áreas mais afastadas dos serviços de saúde, onde o acesso à atenção e à vigilância epidemiológica é potencialmente mais limitado. Nessas regiões, casos leves podem não procurar atendimento, e casos moderados ou graves podem enfrentar atrasos no acesso, o que reduz a probabilidade de registro oportuno e completo na base analisada.

A variável de renda média dos retângulos apresentou correlação fraca com o número de casos de dengue, indicando que, na escala espacial considerada, o nível de renda por si só não explica de maneira substantiva a variabilidade da incidência. Esse resultado sugere que fatores estruturais e de organização urbana, bem como aspectos relacionados ao acesso e à quantidade da vigilância em saúde, podem exercer papel mais relevante do que o gradiente de renda isolado.

5.2. Análises estatísticas espaciais

A análise estatística espacial exploratória utilizando o Índice de Moran foi realizada por meio do software GeoDa. As variáveis de casos de dengue são as mesmas utilizadas nos cálculos das estatísticas descritivas, com as principais causas do estudo que podem influenciar ou não na quantidade de casos, sendo elas:

id - número de identificação de cada polígono

CS_DENGUE - casos de dengue registrados por logradouro

RA_AREA - proporção da área de cada polígono atendida com água tratada

RE_AREA - proporção da área de cada polígono atendida com esgoto sanitário

RD_AREA - proporção da área de cada polígono atendida com drenagem urbana

RST_AREA - proporção da área de cada polígono atendida com coleta de resíduo sólidos

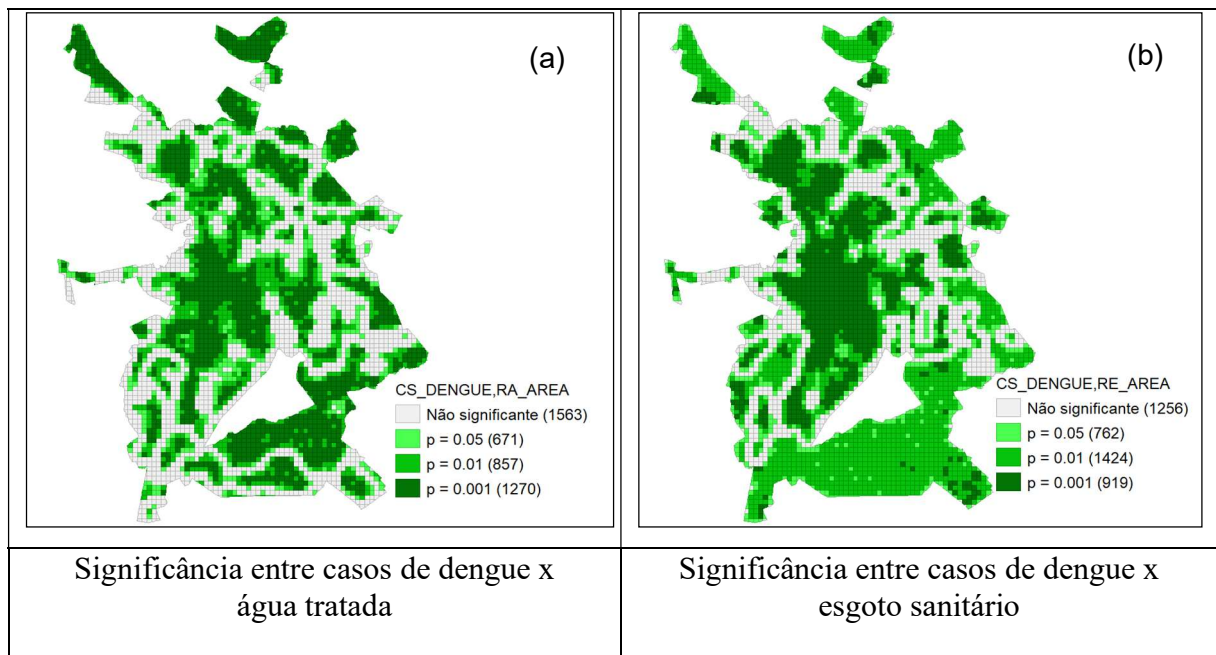
USC_DIST - distância do centroide de cada polígono para unidade de saúde mais próxima em metros

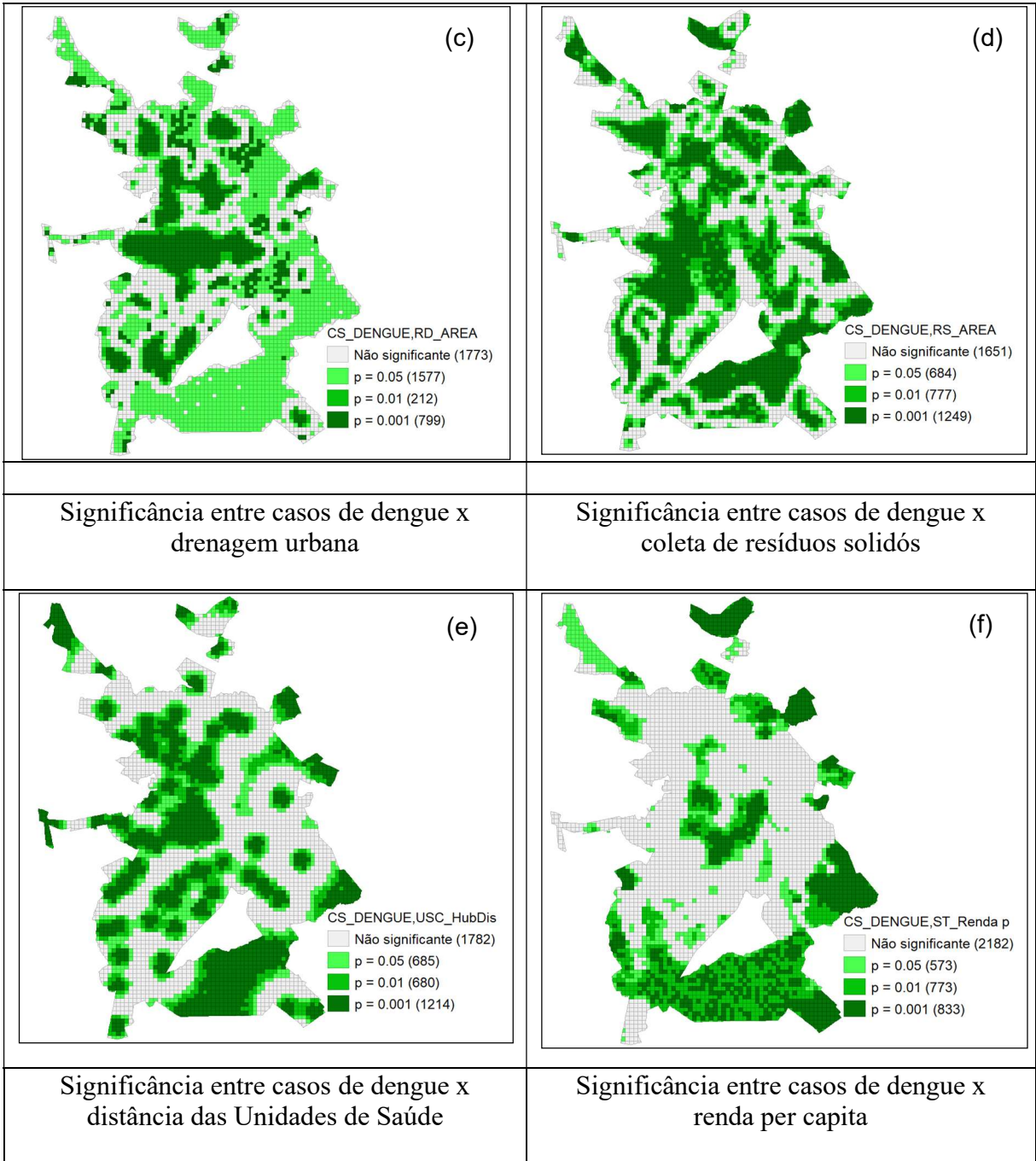
STS_ST_REN – renda per capita de cada polígono

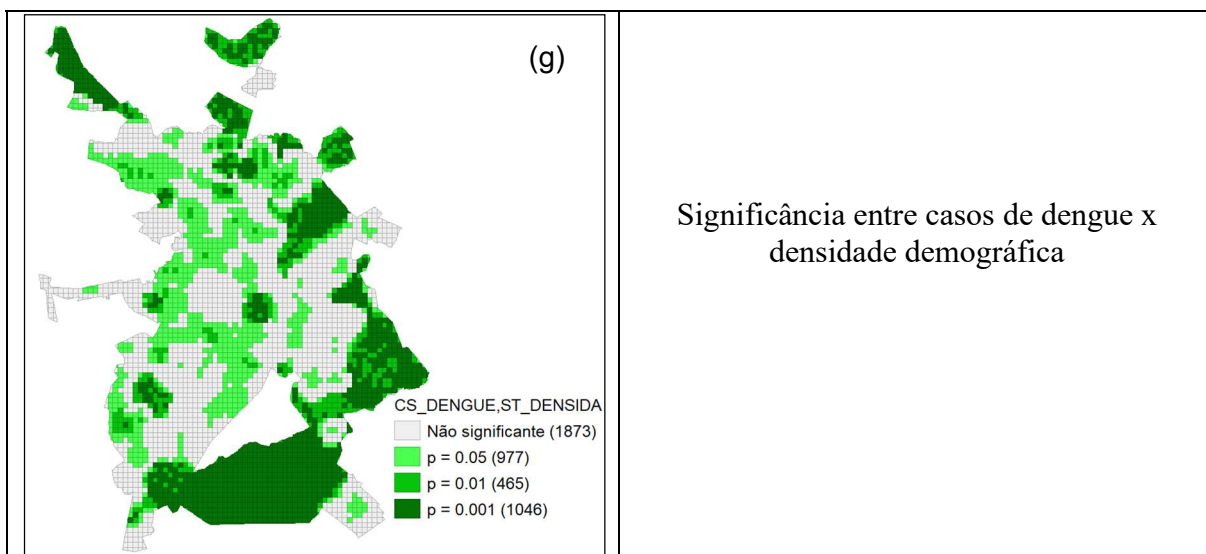
ST_DENSIDA - densidade populacional de cada polígono

Os resultados gráficos apresentam a correlação espacial entre os casos de dengue (CS_DENGUE) e as outras variáveis demonstradas através dos gráficos de dispersão de Moran, mapas de agrupamento e o mapa de significância. Após a identificação das áreas com os pontos críticos de casos de ocorrência de dengue, verificou-se ainda os locais de maiores probabilidades de ocorrências. Considerando as análises em relação à significância da relação espacial entre as variáveis descritas anteriormente, para a técnica de Moran Bivariado Local (que analisa a correlação entre duas variáveis), os seguintes resultados, conforme demonstrado no Quadro 1.

QUADRO 1. Mapas das análises das significâncias dos casos de dengue por logradouro com as variáveis de saneamento e socioeconômicas







Fonte: Elaborado pelo autor (2025), GeoDA (2025).

Considerando que o Índice de Moran Bivariado Local possui como referência para a significância a seguinte legenda:

Cor Cinza: Nenhum nível de significância

p = 0.05 (verde claro): Significância de relação de 95% de confiança.

p = 0.01 (verde médio): Significância de relação de 99% de confiança.

p = 0.001 (verde escuro): Significância de relação alta de 99.9% de confiança.

TABELA 6. Síntese dos resultados da análise de significância dos casos de dengue com as variáveis explicativas

Variável	Não significativa	p = 0.05	p = 0.01	p = 0.001
RA_AREA	1563	671	857	1270
RE_AREA	1256	762	1424	919
RD_AREA	1773	1577	212	799
RST_AREA	1651	684	777	1249
USC_DIST	1782	685	680	1214
STS_ST_REN	2182	573	773	833
ST_DENSIDA	1873	977	465	1046

Fonte: Elaborado pelo autor (2025), GeoDA (2025).

Nos resultados gráficos apresentados verificou-se que as variáveis com maiores padrões significativos espaciais são as relacionadas a infraestrutura de saneamento: RA_AREA - água tratada, RE_AREA - esgoto sanitário; RD_AREA - drenagem urbana; RST_AREA - coleta de resíduos sólidos, e a variável com menor padrão significativo espacial foi a STS_ST_REN -

renda.

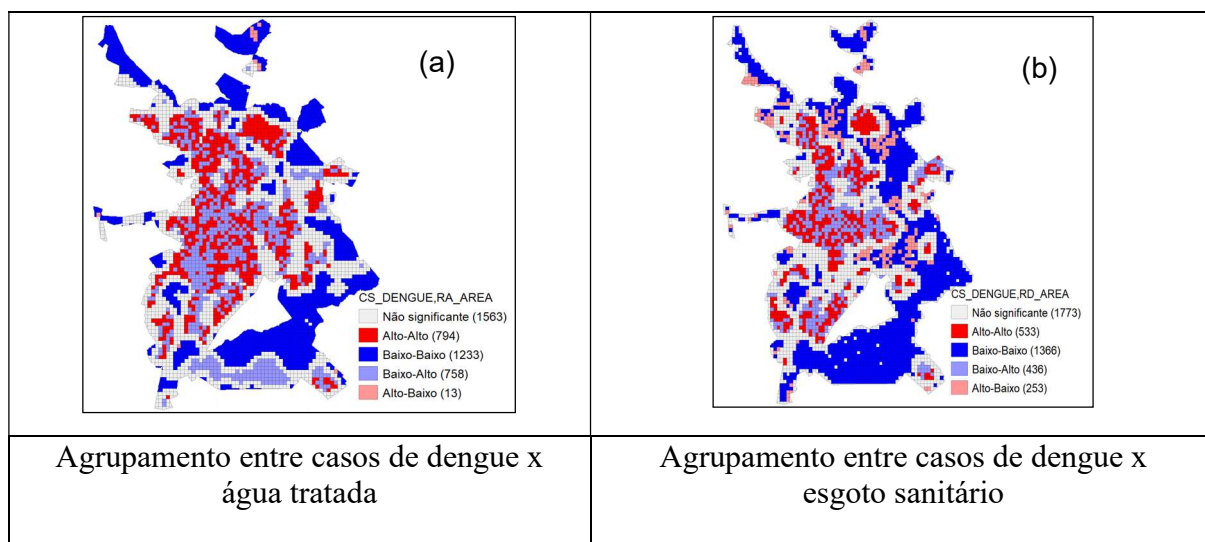
Outro ponto analisado é que, para as variáveis serviços de saneamento básico disponíveis registrou-se a significância elevada nos setores que compõem a região central de Anápolis, assim como os setores que compõem a região denominada de Grande Jaiara, região tradicional na cidade. Outras áreas apresentaram padrões significativos espaciais, entretanto em apenas um ou outro serviço de saneamento básico, quando cruzados os serviços não tiveram tanto destaque.

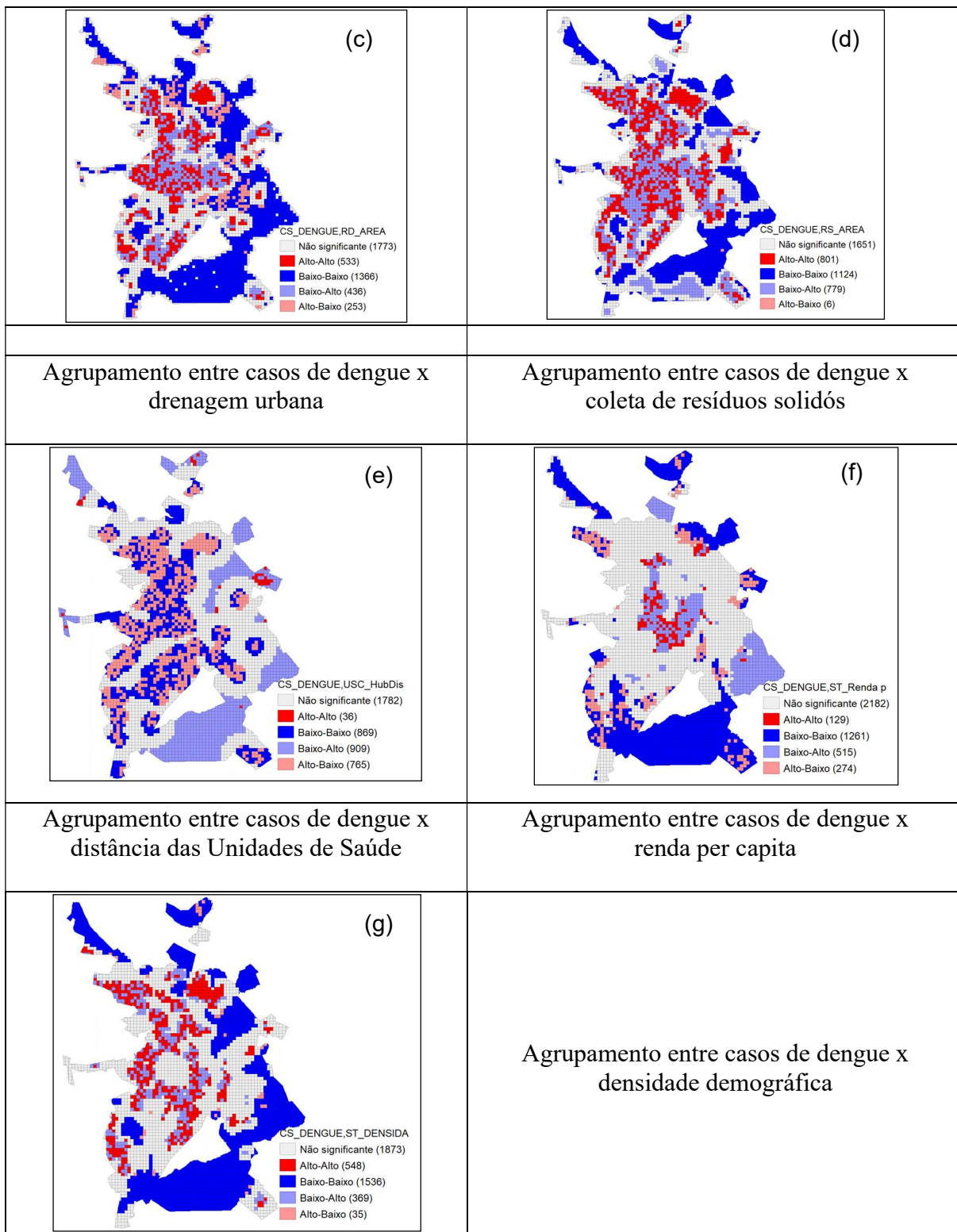
Com relação a significância entre casos de dengue e a distância das Unidades de Saúde, a região central e da Grande Jaiara, também apresentaram grande significância, entretanto a região sul da cidade foi a que obteve a área com maior significância.

A significância entre casos de dengue e renda per capita apresentaram-se elevada na região do setor Jundiáí, região sul e região sudeste, este resultado se deu principalmente devido a concentração de indústria na região sul, do comércio no Jundiáí e a instalação de condomínios fechados alto padrão e população de elevado poder aquisitivo na região sudeste.

O Quadro 2 apresenta as regiões com as correlações de LISA bivariado de Moran para o agrupamento dos polígonos no município de estudo.

QUADRO 2. Mapas das análises dos agrupamentos dos casos de dengue por logradouro com as variáveis de saneamento e socioeconômicas estudadas





Fonte: Elaborado pelo autor (2025), GeoDA (2025).

O Índice de Moran Bivariado Local possui como referência para o agrupamento a legenda apresentada abaixo. Ademais, a Tabela 7 apresenta uma síntese dos resultados da análise de agrupamento dos casos de dengue com as variáveis explicativas.

Cor cinza: Não significativa para o nível de agrupamento;

Cor vermelho escuro: Agrupamento alto-alto significa que em cada polígono temos um valor elevado de casos de dengue e elevado para a variável em estudo;

Cor azul escuro: Agrupamento baixo-baixo significa que em cada polígono temos um valor baixo de casos de dengue e baixo para a variável em estudo;

Cor azul claro: Agrupamento baixo-alto significa que em cada polígono temos um valor baixo de casos de dengue e alto para a variável em estudo;

Cor Vermelho claro: Agrupamento alto-baixo significa que em cada polígono temos um valor elevado de casos de dengue e baixo para a variável em estudo;

TABELA 7. Síntese dos resultados da análise de agrupamento dos casos de dengue com as variáveis explicativas

Variável	Não significante	Alto-alto	Baixo-baixo	Baixo-alto	Baixo-alto
RA_AREA	1563	794	1233	758	13
RE_AREA	1256	730	1570	617	188
RD_AREA	1773	533	1366	436	253
RST_AREA	1651	801	1124	779	6
USC_DIST	1782	36	869	909	765
STS_ST_REN	2182	129	1261	515	274
ST_DENSIDA	1873	548	1536	369	35

Fonte: Elaborado pelo autor (2025), GeoDA (2025).

Nos resultados gráficos apresentados verificou-se que as variáveis com maiores padrões significativos espaciais para o mapa de agrupamento também foram as relacionadas a infraestrutura de saneamento: RA_AREA - água tratada, RE_AREA - esgoto sanitário; RD_AREA - drenagem urbana; RST_AREA - coleta de resíduos sólidos, e a variável com menor padrão significativo do mapa de agrupamento espacial foi a STS_ST_REN - renda.

Outro ponto analisado é que, as variáveis dos serviços de saneamento básico disponíveis registraram a maior significância alto-alto, estando distribuídas por várias regiões dentro da cidade de Anápolis de norte a sul de leste a oeste, contudo a região do Recanto do sol e a região Conjunto habitacional Filostro Machado e Residencial Santo Antônio, apresentaram maiores concentrações de alto-alto.

Os mapas evidenciam que as regiões periféricas da cidade em geral possuem grande parte sendo baixo-baixo, o que parece contraintuitivo, visto que o baixo número de casos registrados de dengue por logradouro também é acompanhado pela baixa cobertura dos serviços

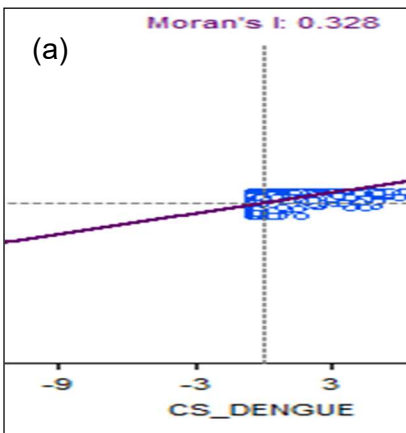
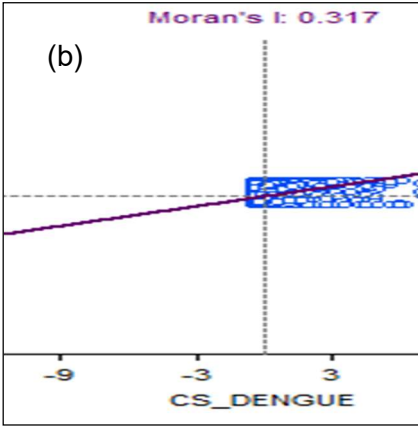
de saneamento básico.

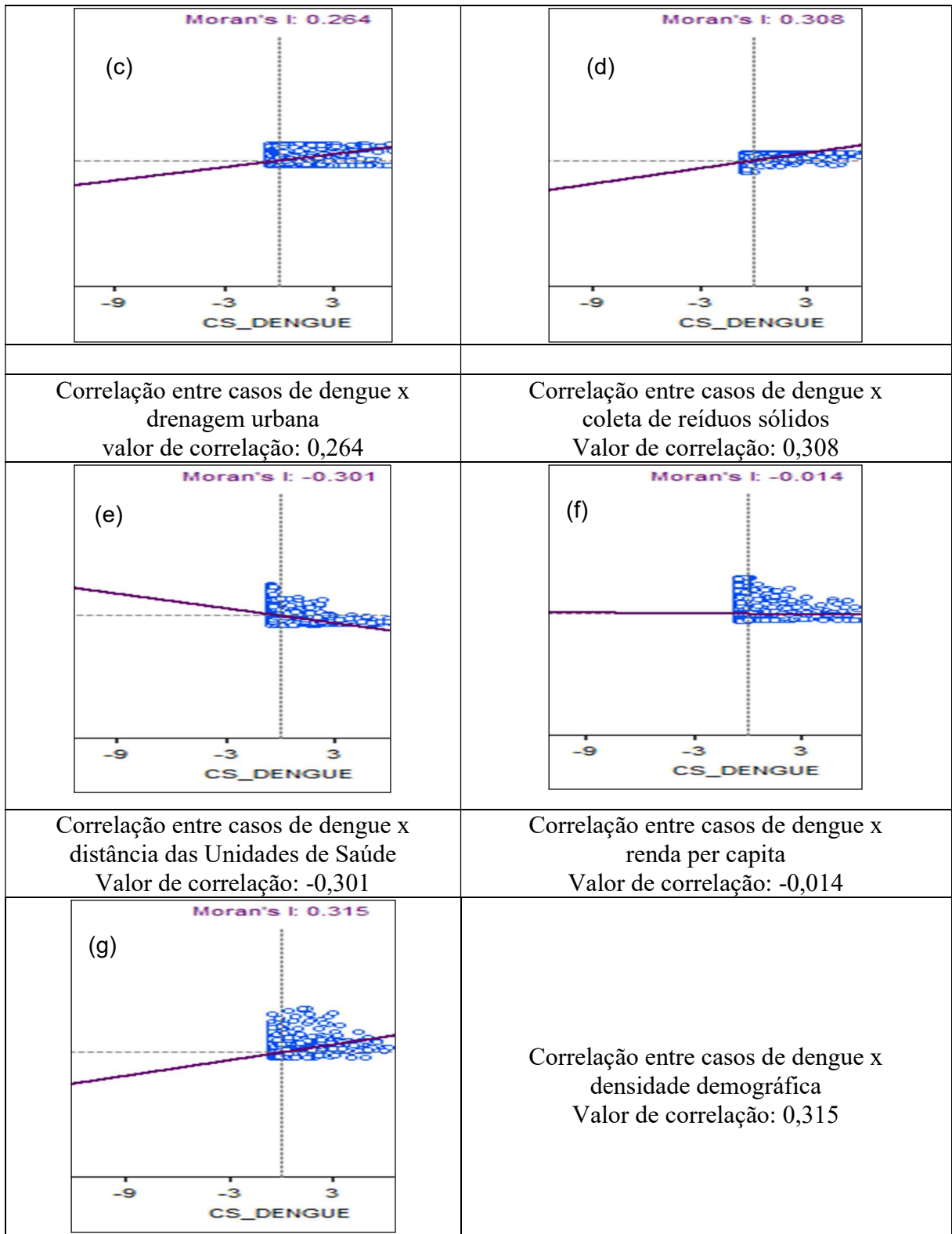
Considerando os resultados apresentados, duas regiões carecem de especial atenção quanto aos resultados por possuírem um número maior de polígonos do tipo alto-baixa, com alto número de casos registrados de dengue e baixa cobertura dos serviços de saneamento básico, essas áreas são dos setores Santos Dumont e Jardim Promissão na região norte e a outra do Munir Calixto, Jardim Esperança e Residencial Cidade Industrial região sul, duas áreas periféricas da cidade.

A importância em se realizar o estudo em toda cidade é justamente eliminar resultados tendenciosos, se tivesse sido considerado apenas as regiões citadas anteriormente, o resultado seria um elevado registro de casos de dengue e baixa cobertura de saneamento básico.

No que diz respeito as análises em relação à autocorrelação entre as variáveis, para o índice de Moran Bivariado com a técnica de Moran no GeoDa, obteve-se os resultados apresentados no Quadro 3.

QUADRO 3. Mapa das análises das correlações dos casos de dengue por logradouro com as variáveis de saneamento e socioeconômicas estudadas

Índice de Moran Bivariado	
	
Correlação entre casos de dengue x água tratada valor de correlação: 0,328	Correlação entre casos de dengue x esgoto sanitário valor de correlação: 0,317



Fonte: Elaborado pelo autor (2025), GeoDA (2025).

Para autocorrelação espacial o Índice de Moran possui como referência os valores 0 (zero) para nenhuma correlação espacial entre as variáveis, 1 (um) para autocorrelação espacial

positiva (alto-alto), índices positivos indicam maior incidência de dengue próximos de setores que apresentam maiores valores da variável em estudo e -1 (menos um) para autocorrelação espacial negativa (baixo-baixo), setores com baixa incidência de dengue tendem a estar perto de setores com menores valores da variável.

Os resultados do Quadro 6 demonstram correlações moderadas positivas e negativas, conforme demonstrado na Tabela 8, a seguir, com exceção da correlação dengue com renda que se mostrou inexpressiva.

TABELA 8. Índice de Moran Bivariado entre CS_DENGUE (casos de dengue) e variáveis analisadas

Variável	Descrição	Moran Bivariado	Interpretação Resumida
RA_AREA	Água tratada	0,328	Áreas com mais dengue próximas a setores com maior acesso a água
RE_AREA	Esgoto sanitário	0,317	Áreas com mais dengue próximas a setores com maior acesso a esgoto
RD_AREA	Drenagem urbana	0,264	Áreas com mais dengue próximas a setores com maior acesso a drenagem
RST_AREA	Coleta de resíduos sólidos	0,308	Áreas com mais dengue próximas a setores com maior acesso a coleta de resíduos sólidos
USC_DIST	Distância à unidade de saúde	-0,301	Mais casos de dengue perto das unidades de saúde, maior notificação
STS_ST_REN	Renda	-0,014	A Renda não influencia o padrão espacial da dengue
ST_DENSIDA	Densidade populacional	0,315	Áreas com mais dengue próximas a setores com maior densidade.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025), GeoDA (2025).

A análise do índice bivariado de Moran entre os casos de dengue e as variáveis urbanas, ambientais e socioeconômicas proporcionou a seguinte compreensão da dinâmica espacial na cidade de Anápolis:

Associações com a infraestrutura de saneamento básico

As variáveis representativas da cobertura de saneamento básico apresentaram correlações espaciais positivas e moderadas com os casos de dengue.

- **Cobertura com água tratada**

A proporção da área atendida com água tratada (RA_AREA) obteve Índice de Moran Bivariado igual a 0,328, esse resultado sugere que setores com maior incidência de dengue tendem a estar espacialmente próximos de áreas com maior acesso aos serviços de fornecimento de água tratada.

O resultado encontrado sugere que, possivelmente em cidades de porte médio com urbanização avançada, e elevado índice de acesso aos serviços de saneamento básico como água tratada, a exposição a contrair dengue esteja associado a outros fatores que não a ausência dos mesmos, embora alguns estudos atribuam maior risco de dengue à áreas com menor infraestrutura de saneamento básico, na pesquisa este resultado não foi demonstrado.

- **Cobertura com esgoto sanitário**

A proporção da área atendida com coleta e tratamento de esgoto sanitário (RE_AREA) obteve Índice de Moran Bivariado igual a 0,317, do mesmo modo que a cobertura de água, esse resultado sugere que setores com maior incidência de dengue tendem a estar espacialmente próximos de áreas com maior acesso aos serviços de coleta e tratamento de esgoto sanitário.

A similaridade entre os valores reforça a tese de que a dengue não ocorre apenas em áreas vulneráveis ou de menor infraestrutura de saneamento, mas sim em regiões urbanizadas com estruturas de saneamento instaladas.

- **Cobertura com drenagem urbana**

A correlação positiva e moderada com Índice de Moran Bivariado igual a 0,264 sugere que a proporção da área atendida com drenagem urbana (RD_AREA) e dos casos registrados de dengue resultam em valores médios dos atributos nos polígonos vizinhos superiores a média.

Embora o Índice de Moran para drenagem urbana tenha a menor intensidade entre os serviços de saneamento básico estudados, a sua correlação positiva indica que maiores casos de dengue estão próximos de áreas com maior acesso a drenagem, sendo que as mesmas possuem maior cobertura nas regiões mais urbanizadas.

Esse valor reduzido demonstrou que, sendo a área de cobertura de drenagem urbana a menor entre os quatro pilares do saneamento básico estudado, sugere-se que pode estar associado a falhas no sistema de drenagem, a pequena cobertura dos serviços, e/ou a rede de drenagem existente não é suficiente para eliminar pontos de acúmulo de água, que podem atuar como criadouros.

- **Cobertura com coleta de resíduos sólidos**

A variável relacionada à coleta de resíduos (RST_AREA) apresentou um Moran de 0,308, sinalizando que áreas com muitos casos de dengue estão espacialmente próximas a locais bem cobertos pelo serviço de coleta de resíduos sólidos. Esta variável possui a maior área de cobertura entre as variáveis de saneamento básico, entretanto sua intensidade foi menor que as variáveis água tratada e esgoto sanitário.

Este achado reforça que o simples fato de existir a coleta não impede a proliferação de criadouros, especialmente quando há descarte irregular, acúmulo de recicláveis ou gestão inadequada dentro das propriedades.

- **Distância do centroide de cada polígono até a unidade de saúde mais próxima**

A variável distância até unidades de saúde (USC_DIST) foi a única a apresentar correlação negativa significativa, de intensidade moderada com Moran igual a $-0,301$. Esse resultado indicou que áreas com maior incidência de dengue tendem a estar próximas das unidades de saúde.

A relação inversa pode ser explicada pelo fato de que maior acesso as unidades de saúde podem resultar em aumento do número de notificações, e/ou pelo fato de que unidades de saúde geralmente se localizam em áreas centrais, caracterizadas por elevada densidade populacional e urbanização consolidada.

As regiões mais distantes das unidades de saúde podem apresentar subnotificações devido à dificuldade de acesso ou a demora em procurar as unidades de modo a ocorrer a redução dos sintomas fato é que a proximidade das unidades de saúde pode não indicar maior risco biológico necessariamente, porém podem refletir uma combinação de facilidade de acesso ao diagnóstico e dinâmica urbana.

- **Condições socioeconômicas (Renda)**

A variável de renda (STS_ST_REN) apresentou um Moran extremamente baixo de $-0,014$, indicando ausência total de associação espacial entre o a variável e a ocorrência de dengue.

Assim como nos resultados estatísticos tradicionais, a análise espacial revela que os casos de dengue não foram determinados pelo nível de renda, rompendo com a ideia ultrapassada de que a doença é predominantemente associada a pobreza, sendo que a mesma

apresenta caráter transversal independente do perfil socioeconômico dos setores censitários, a dengue se espalha de maneira mais homogênea entre diferentes classes sociais.

- **Densidade Populacional**

Por fim, a variável densidade populacional (ST_DENSIDA) apresentou correlação positiva moderada de 0,315, indicando que áreas com maior incidência de dengue estão espacialmente próximas a setores com maior densidade populacional, o que é coerente com a literatura epidemiológica.

A variável demonstrou que o vetor encontra condições favoráveis à reprodução em contextos mais consolidados associados as áreas densamente ocupadas, com maior disponibilidade de potenciais criadouros e intensa circulação de pessoas aumentando a circulação viral, este foi um dos resultados mais importantes na explicação das análises espaciais da dengue.

5.3. Regressão espacial do modelo

Quando a variável dependente em uma célula é influenciada diretamente pelo valor da mesma variável nas células vizinhas.

Equação simplificada:

$$Y = \rho WY + X\beta + \varepsilon$$

Onde:

- WY = média ponderada dos valores vizinhos
- ρ = força da dependência espacial

Spatial Error Model (SEM) — Modelo de Erro Espacial.

Quando possui variáveis não observadas, mas espacialmente correlacionadas, que não influencia.

Equação:

$$Y = X\beta + u \quad u = \lambda Wu + \varepsilon$$

Onde:

- Y = variável dependente
- X = variáveis independentes
- β = coeficiente das variáveis X
- u = termo de erro com dependência espacial
- λ = parâmetro de autocorrelação espacial do erro
- W = matriz de pesos espaciais

Os resultados da regressão para os dois modelos foram semelhantes, entretanto o modelo SPATIAL LAG MODEL foi escolhido e seus dados são interpretados da seguinte forma, valor médio da variável dependente é 8,7, desvio padrão de $Y=18,3$ mostra alta variação espacial, o $R\text{-squared} = 0,269$ isso significa modelo explica 26,9% da variação da variável dependente. Em dados espaciais/epidemiológicos, esse valor não é baixo — modelos espaciais têm R^2 modestos. $\text{Sigma-square} = 245.97 / \text{S.E. of regression} = 15,68$ significam variância e erro padrão residual e indicam a média dos erros de previsão, Log likelihood, AIC, Schwarz (BIC) são comparação dos modelos (SAR-SEM-OLS), quanto menor o AIC/BIC melhor. Diagnóstico Breusch-Pagan test = 2612 ($p = 0,000$) existe heterocedasticidade, e Likelihood Ratio Test = 146,86 ($p = 0,000$) confirma que o modelo SAR é estatisticamente superior ao OLS.

Lag coefficient (Rho) = 0,2925 ($p < 0,000$) mostra dependência espacial positiva, o efeito é estatisticamente significativo, de modo que o valor de dengue em um polígono depende de forma significativa dos valores nos seus vizinhos.

Constante = 1,37 ($p = 0,07786$) próximo do limiar de significância de 10% valor de base de dengue quando todas as variáveis for zero;

RA_AREA = 0,000206 ($p < 0,000$) efeito positivo, significativo para cada unidade de RA há um aumento de dengue;

RE_AREA = 0,000064 ($p < 0,0028$) efeito positivo, significativo para cada unidade de RE há um aumento de dengue;

RD_AREA = 0,000049 ($p < 0,0124$) efeito positivo, significativo para cada unidade de RD há um aumento de dengue;

RST_AREA = 0,0000037 ($p < 0,9213$) não significativo, não tem efeito relevante estatístico na dengue;

USC_HubDIST = -0,000973 ($p < 0,00969$) efeito negativo, significativo quanto mais longe menor o número de casos de dengue;

ST_REN = -0,00136 ($p < 0,000$) efeito negativo e forte, local mais rico têm menos casos de dengue;

ST_DENSIDA = 0,0006329 ($p < 0,000$) efeito positivo e forte, local mais adensado tem mais casos de dengue.

Os resultados do modelo indicam que a constante apresenta valor de 1,37, sendo estatisticamente significativa apenas ao nível de 10% ($p = 0,07786$), o que sugere um valor base de casos de dengue quando todas as variáveis explicativas assumem valor zero.

As variáveis RA_AREA, RE_AREA, RD_AREA e ST_DENSIDA apresentaram coeficientes positivos e estatisticamente significativos, indicando que maiores coberturas destes serviços e maior densidade estão associados a um maior número de casos de dengue. Em contraste, a variável (USC_HubDIST) e a renda média (ST_REN) apresentaram coeficientes negativos e significativos, sugerindo respectivamente que localidades mais distantes registram menor número de casos de dengue, e que áreas mais ricas tendem a apresentar menor incidência da doença. Por fim, a variável RST_AREA não se mostrou estatisticamente significativa ($p = 0,9213$) não exercendo nenhuma interferência nos casos registrados da doença.

Síntese dos resultados

Os resultados foram elaborados por meio das análises estatísticas descritivas tradicionais de maneira suplementar, contribuindo com a consolidação do estudo, entretanto, em nenhum momento a análise descritiva foi objetivo do trabalho. A análise estatística concluiu que o fator urbanização para os casos de dengue é mais importante que o fator saneamento básico e renda, mesmo parecendo contraintuitivo. Esse padrão apresentou-se consistente considerando maior ocorrência dos casos de dengue em áreas urbanizadas e densamente povoadas, as quais tendem a reunir maior número de indivíduos suscetíveis, maior intensidade de circulação viral e melhor estrutura de vigilância e assistência em saúde, favorecendo a detecção e a notificação dos casos.

Em conformidade com as análises estatísticas tradicionais, a estatística geoespacial com a utilização de técnicas de Geoprocessamento através do QGIS e do GeoDa (LISA de Moran bivariado) também verificou a existência da correlação espacial entre os casos de dengue e as variáveis de saneamento básico (água, esgoto, drenagem e resíduos), renda, densidade e distância das unidades de saúde. A análise espacial da dengue em Anápolis está fortemente associada aos padrões de urbanização e densidade populacional, e não a ausência de infraestrutura ou às condições socioeconômicas. A ausência das quatro variáveis de saneamento básico não corroborou para o incremento dos casos de dengue, pelo contrário os maiores casos registrados foram onde havia maior cobertura de saneamento básico.

Os resultados obtidos demonstram que as ações voltadas principalmente as campanhas de mobilização social e comunicação, envolvimento dos principais setores de saúde, com valorização e implementação das ações educativas e participação popular no combate ao mosquito *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* podem trazer resultados mais efetivos que ações de saneamento básico.

As regiões que apresentaram maiores significância entre os casos de dengue no LISA bivariado foram as regiões central e da grande Jaiara e as com maiores agrupamentos foram as regiões do Recanto do sol e a região Conjunto habitacional Filostro Machado e Residencial Santo Antônio seguidas pela região central e da grande Jaiara.

Quanto aos resíduos dos modelos, a presença de autocorrelação espacial era esperada no modelo de regressão linear, uma vez que esse tipo de modelo não incorpora mecanismos para ajustar a dependência espacial existente entre as observações.

A regressão espacial realizada tanto para o método SAR ou método SEM apresentaram resultados diferentes para RST_AREA (resíduos sólidos) e ST_REN (renda) em comparação ao LISA bivariado de Moran, entretanto isso não significa contradição, em virtude de cada método testar relações diferentes. O LISA bivariado mede padrões espaciais entre duas variáveis, enquanto o método de regressão mede o efeito do processo espacial autoregressivo (ρ) e as demais variáveis, com efeito estatisticamente significativo sobre Y, ou seja, os modelos SAR e SEM medem o efeito estatístico global de uma variável sobre outra, controlando dependência espacial e não padrões espaciais locais.

Modelos de regressão baseados em efeitos globais assumem que o processo espacial subjacente aos dados é estacionário, isto é, que os padrões de autocorrelação espacial podem ser representados por um único parâmetro. Contudo, em semelhança com o que discutem Almeida (2009), o uso de dados censitários pode gerar diferentes estruturas espaciais que não são adequadamente capturadas por um único parâmetro.

Portanto, se as variáveis RST_AREA que possui autocorrelação significativa positiva e ST_REN que não possui autocorrelação no modelo LISA com a variável CS_DENGUE (casos de dengue), isso não impede que no modelo de regressão ocorra um resultado no qual ST_REN seja um preditor estatisticamente robusto e RST_AREA não significativo, pois o modelo de regressão mede as relações globais e não locais.

Apesar da variável ST_REN (renda) não ter apresentado correlação com dengue, estudos reconhecem a importância de indicadores de habitação e renda como determinantes da intensidade de dengue, mas nem sempre suas conclusões coincidem. Do ponto de vista teórico, os resultados contribuem ao demonstrar que nas cidades de porte médio e com cobertura elevada de saneamento básico a doença se concentra em áreas urbanas mais adensadas.

A ampliação da infraestrutura de saneamento básico nas regiões periféricas é importante aliada na qualidade de vida dos cidadãos, contudo, o estudo demonstrou não haver relação significativa e que ações de erradicação da doença trarão resultados mais eficazes considerando

o papel da urbanização, educação ambiental, eliminação de criadouros e planejamento urbano com análise dos fluxos populacionais.

O estudo das variáveis dos casos e distância das unidades de saúde sugerem a ocorrência da subnotificação em virtude do índice negativo para LISA bivariado, casos com baixa intensidade e/ou distantes das unidades de saúde podem não ter sido registrados. Ademais, a maior parte das notificações fundamentam-se em critérios clínicos e epidemiológicos. Nesse contexto, pode ocorrer viés de classificação, em razão da similaridade dos sinais e sintomas entre as doenças, especialmente entre dengue e Zika (Oliveira et al., 2020).

5.1. Artigo 1 – Padrões de dependência espacial da Dengue e a sua relação com indicadores de saneamento básico em Anápolis-GO

Padrões de dependência espacial da Dengue e a sua relação com indicadores de saneamento básico em Anápolis-GO **Spatial dependence patterns of Dengue fever and their relationship with basic sanitation indicators in Anápolis-GO**

Resumo

Este estudo analisou a relação espacial entre os casos de dengue e a cobertura do saneamento básico, renda e densidade populacional na cidade de Anápolis (GO), no ano de 2024. Sugeriu-se que a precariedade na prestação dos serviços de saneamento favoreceu a proliferação do vetor *Aedes aegypti* e aumento dos casos. Foram utilizadas bases de dados secundárias do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e dos prestadores de serviço que foram tratados e inseridos em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica) nos softwares QGIS e GeoDa. Adotou-se os métodos de densidade Kernel, para produção de mapas de calor, o Índice de Moran para avaliar a autocorrelação da dengue e das variáveis analisadas. Como resultados foram produzidos mapas de cobertura dos serviços de saneamento básico, mapas de casos, de significância e agrupamento. As regiões Central e da Jaiara apresentaram elevada quantidade de casos e as regiões periféricas apresentaram quantidade menores da doença. O índice de Moran revelou dependência espacial positiva moderada entre os casos de dengue com as variáveis de saneamento básico e densidade, e negativo para distância dos casos as unidades de saúde, e insignificante para o fator renda. Os modelos estatísticos espaciais revelaram que o viés urbanização é mais importante que a infraestrutura básica. Espera-se que os resultados contribuam para priorização das ações de combate à dengue.

Palavras Chaves: Geotecnologias; Planejamento urbano.

Abstract

This study analyzed the spatial relationship between dengue cases and basic sanitation coverage, income, and population density in the city of Anápolis (GO), in the year 2024. It suggested that the precariousness in the provision of sanitation services favored the proliferation of the *Aedes aegypti* vector and an increase in cases. Secondary databases from IBGE (Brazilian Institute of Geography and Statistics) and service providers were used, which were processed and inserted into a GIS (Geographic Information System) environment using QGIS and GeoDa software. Kernel density methods were adopted for the production of heat

maps, and Moran's I index was used to assess the autocorrelation of dengue and the analyzed variables. As a result, maps of basic sanitation service coverage, case maps, significance maps, and cluster maps were produced. The Central and Jaiara regions presented a high number of cases, while the peripheral regions presented lower numbers of the disease. Moran's I index revealed a moderate positive spatial dependence between dengue cases and the variables of basic sanitation and density, and a negative dependence for the distance of cases from health units, and an insignificant dependence for the income factor. Spatial statistical models revealed that urbanization bias is more important than basic infrastructure. It is expected that the results will contribute to prioritizing actions to combat dengue fever.

Keywords: Geotechnologies; Urban planning.

Introdução

As doenças zoonóticas são aquelas transmitidas dos animais para o ser humano e estão espalhadas no mundo de acordo com as diversas alterações ambientais, socioeconômicas e culturais. De acordo com Lima (2017) os casos vêm aumentando gradualmente devido às constantes modificações causadas pelo homem no ambiente, onde, na maioria das vezes, grande parte das doenças são diagnosticadas em regiões onde as populações são carentes, possuem hábitos precários de higiene e apresentam baixa renda. Entre os tipos mais comuns tem-se: doenças de chagas, raiva, leishmanioses, leptospirose, febre amarela, dengue e malária, transmitidas por vetores que convivem com humanos através de sinantropia (SANGUINETTE, 2015 apud RODRIGUES et. al, 2017 p. 27).

A dengue é uma doença causada por vírus transmitidos por artrópodes hematófagos, sendo que a maioria dos arbovírus de importância em saúde pública pertencem aos gêneros *Flavivirus*, *Alphavirus* ou *Orthobunyavirus*, destacando-se, neste cenário, como vírus neuroinvasivos de maior interesse epidemiológico, a dengue é transmitida através da picada do vetor *Aedes aegypti*, (BRASIL, 2023).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2019), saneamento é o controle dos fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social. De acordo com Guimarães (2007, p. 67) pode-se dizer que saneamento caracteriza o conjunto de ações socioeconômicas que têm por objetivo alcançar Salubridade Ambiental.

Ainda conforme a OMS (2019), a promoção de saneamento visa à prevenção de doenças, redução das desigualdades sociais, preservação do meio ambiente, promoção do desenvolvimento econômico da região. Estudos de casos recentes estão amplamente documentados na literatura acadêmica brasileira e internacional demonstrando que o

saneamento básico é um fator relevante na saúde pública.

O saneamento ambiental é algo complexo que envolve ações de vários tipos. Dentro deste contexto, o saneamento básico pode ser compreendido como um recorte do saneamento ambiental. Assim, o saneamento básico pode ser caracterizado por um conjunto de medidas e infraestruturas consideradas essenciais para a saúde pública e o desenvolvimento sustentável das comunidades. Neste contexto o saneamento básico compreende o abastecimento de água em quantidade e em qualidade adequada; a coleta, o tratamento e a disposição adequada dos esgotos sanitários e resíduos sólidos e o manejo de águas pluviais.

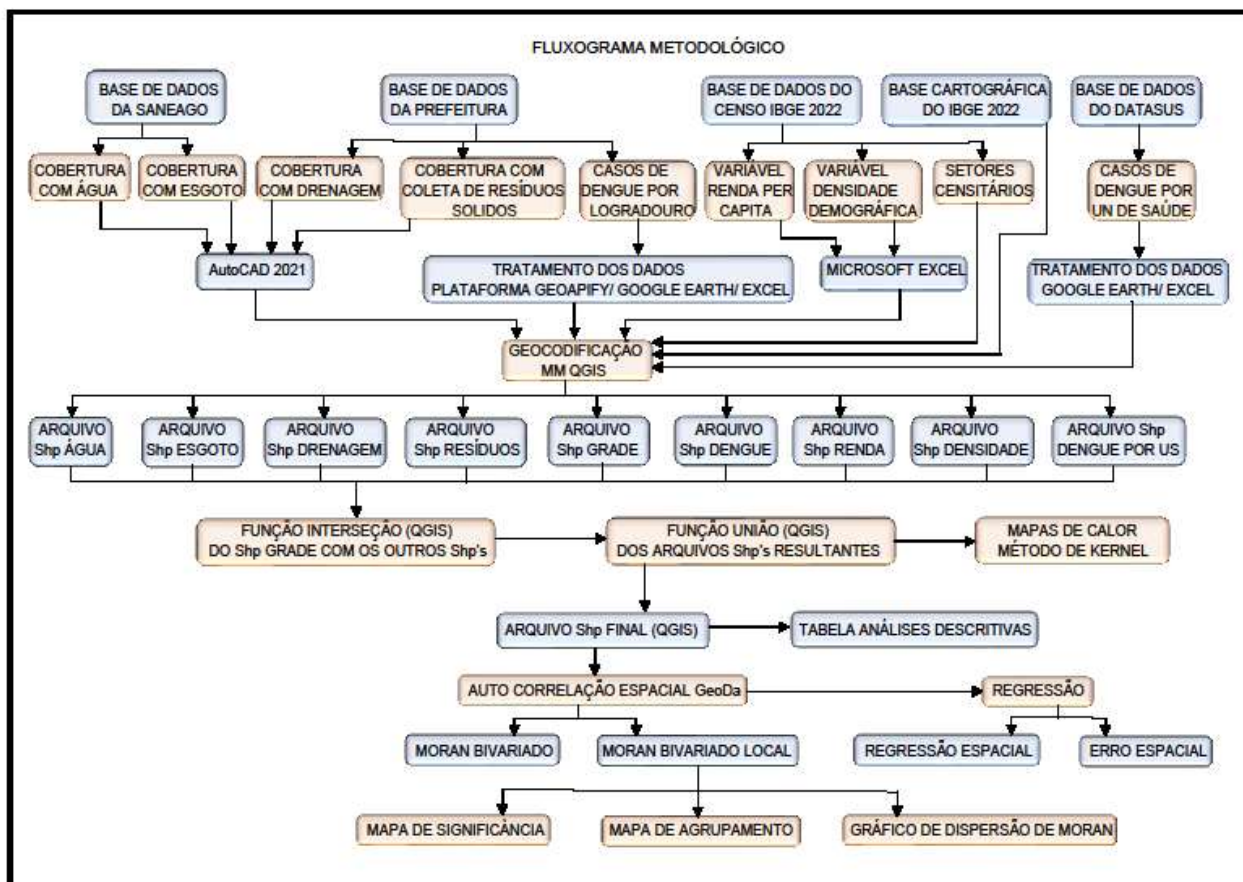
As áreas periféricas de Anápolis possuem baixa cobertura de saneamento básico especialmente no que tange ao abastecimento de água tratada, esgotamento sanitário, drenagem urbana, espera-se que nestas regiões ocorram maior incidência da dengue, sugerindo uma correlação direta entre a falta de infraestrutura adequada de saneamento e o aumento de casos.

Metodologia

DESCRIÇÃO DOS DADOS E MATERIAIS DA PESQUISA

Foram empregados no trabalho os dados coletados dos sites e departamentos considerados relevantes para o caso de estudo. Após essa etapa realizou-se o tratamento desses dados e sua inserção nos softwares de interesse visando a exploração das análises espaciais, A (Figura 1) representa o fluxograma das variáveis e dos programas utilizados.

FIGURA 1. Fluxograma metodológico



Fonte: Autor, 2025.

Os dados foram coletados no DATASUS e Departamento de Atenção Básica do Ministério da Saúde para o período de 2024, e na Gerência de Vigilância Epidemiológica de Anápolis dos casos confirmados de dengue, dados de Saneamento básico do SINIS (Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento); da empresa de Saneamento de Goiás S.A (SANEAGO) - responsável por prestar os serviços de saneamento de água e esgoto na cidade de Anápolis, da Prefeitura Municipal de Anápolis, quanto aos resíduos sólidos, limpeza e drenagem urbana; das Prestadoras de serviço Quebec ambiental, da Fundação Universitária Evangélica (FUNEV), além de dados e informações disponíveis no IBGE.

As unidades hospitalares com incidência de casos foram mapeadas por meio de mapas de calor, gerados pelo Método de Kernel, destacando as unidades de saúde com os maiores ocorrências. O tratamento e análise dos dados foram realizados em ambiente SIG (QGIS). A análise das correlações entre os casos de dengue por logradouro com as variáveis de saneamento básico (água tratada, esgoto sanitário, coleta de lixo e drenagem urbana) foram realizadas utilizando o índice de Moran.

Para o tratamento dos dados relacionados aos casos por unidade de saúde realizou-se a verificação manual, para os casos por logradouros os dados em formato .dbf, foram convertidos para o formato Excel, com o auxílio da plataforma Geoapify e com o Google Earth foram encontradas algumas coordenadas dos locais de interesse. Procedeu-se ainda o cruzamento dos dois e na sequência, realizou-se a verificação manual dos logradouros não encontrados através do Google Earth e maps.

O método de Kernel (Kernel Density Estimate - KDE)

O estimador de densidade de Kernel utiliza uma função que é aplicada a cada ponto, gerando uma contribuição individual à densidade geral. A soma de todas essas contribuições resulta em uma função de densidade de probabilidade sobre o domínio dos dados, auxiliando na visualização e compreensão de padrões espaciais. (VIRTANEN et al., 2020, p. 263).

Uma das principais finalidades desse método é transformar dados pontuais, como notificações de casos de doenças ou registros de locais com alta concentração de ocorrências em determinado período, em superfícies contínuas, destacando regiões de maior ou menor intensidade. Essas áreas são conhecidas como “hotspots” (áreas críticas ou de calor) conforme Kawamoto, M. T. (2012, p. 17).

A aplicação do método Kernel depende essencialmente de dois parâmetros: o raio de influência (ou largura de banda) e a função de estimativa ou interpolação, que deve ser escolhida de acordo com os objetivos específicos da análise.

O Índice de Moran

A análise espacial exploratória utilizando o Índice de Moran também é amplamente aplicada em estudos científicos, e será realizada por meio do software GeoDa, que possui essa ferramenta de forma nativa, com interface amigável e recursos para análises exploratórias espaciais e geração de mapas estatísticos.

O índice de Moran mede a correlação espacial demonstrando os valores de uma variável em locais próximos. Em Moran global analisa todos os polígonos, em Moran univariado analisa os vizinhos, pode se observar um coeficiente da estatística univariada de produto cruzado, verificando se a distribuição é aleatória ou se existe alguma relação espacial (Anselin, 1996).

A correlação espacial indica o grau em que o valor de uma variável em determinada região está relacionado aos valores da mesma variável nas áreas vizinhas. Essa correlação pode

ser positiva (direta), negativa (inversa) ou nula. Diferentemente da correlação tradicional entre duas variáveis distintas, aqui se avalia a dependência espacial de uma única variável em diferentes localizações geográficas Luzardo et al. (2017 p. 162).

De acordo com Câmara et al. (2002, p. 172), os resultados do Índice de Moran variam de -1 a $+1$ e são representados graficamente em quatro quadrantes, que indicam o tipo e a intensidade da correlação. Valores próximos de zero sugerem ausência de autocorrelação.

Segundo Luzardo et al. (2017 p. 166) tanto o diagrama de Moran Global – (Moran Scatterplot) quanto o de Moran Local, são representados através do diagrama e significam que, o quadrante superior direito (Q1) os casos em que o valor do atributo de cada polígono e o valor médio do atributo nos polígonos vizinhos são maiores que a média: alto-alto (AA); o quadrante inferior esquerdo (Q2) os casos onde o valor do atributo de cada polígono e o valor médio do atributo nos polígonos vizinhos são menores que a média global baixo-baixo (BB); o quadrante inferior direito (Q3) os casos onde o valor do atributo de cada polígono está acima da média global: alto-baixo (AB) e o quadrante superior esquerdo (Q4) os casos onde o valor do atributo de cada polígono está abaixo da média global: baixo-alto (BA).

Geoespacialização de dados

O geoprocessamento engloba desde o levantamento até o processamento de dados relativos ao meio ambiente, valendo-se de programas especializados, viabilizando diversas operações. (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2017, p. 90).

A delimitação das áreas atendidas com saneamento básico no município foi inicialmente realizada no software AutoCAD, com a criação de polígonos. Os registros de casos por unidade de saúde e por logradouro com as coordenadas geográficas, assim como os dados de saneamento foram inseridos no programa QGIS.

As regiões urbanas e unidades hospitalares com incidência de casos foram analisadas e produzidos os mapas de calor no programa QGIS pelo Método de Kernel. O resultado da interseção e união dessas variáveis no QGIS com a matriz de 200 x 200 metros, foram inseridas no software GeoDA para a análise exploratória com utilização do arquivo shapefile resultado (.shp). Com todas as informações foi criada a matriz de pesos espaciais do tipo contiguidade com a opção tipo rainha, pois é considerada a melhor para análises de grades regulares, com a análise de células vizinhas adotando como ordem 1.

A verificação para auto correlação espacial entre elas foi realizada através do mapa

de autocorrelação (LISA) do índice de Moran (Moran univariado e Bivariado Local) produzindo gráficos de dispersão, mapas de agrupamento e o mapa de significância. Na análise de correlação bivariado, utilizou na primeira opção a variável casos de dengue por logradouros descrita no gráfico no eixo (X) e na segunda opção as variáveis de saneamento e socioeconômica (renda e densidade) no eixo (Y).

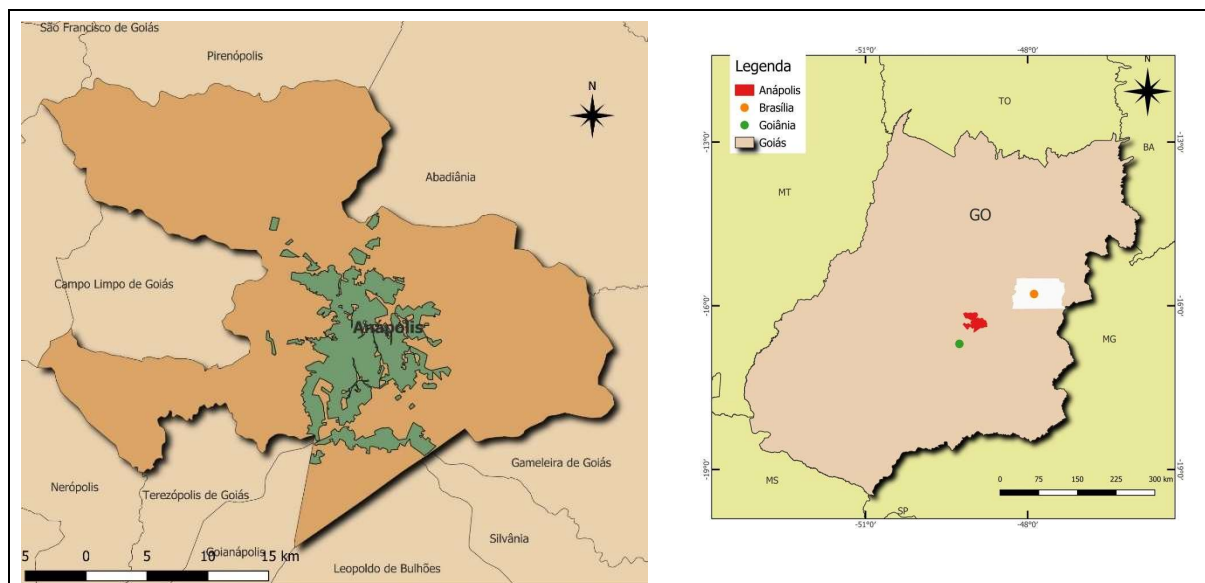
Resultados

Anápolis se destaca com índices elevados de acesso a água tratada, esgoto sanitário e coleta de resíduos sólidos são respectivamente de 98,6%, 80,9% e 98,9% segundo fontes do Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento (SNIS, 2022).

O serviço de saneamento básico que apresentou maior cobertura foi a coleta de resíduos sólidos presente em toda zona urbana do município. Na zona de expansão urbana a prefeitura dispõe aos moradores contêineres para depósito dos resíduos domiciliares, contudo eles não possuem tampa, e aparentemente são em quantidade insuficiente, aumentando o risco da reprodução dos vetores.

A Figura 2 representa a localização geográfica de Anápolis no estado de Goiás e a localização do perímetro urbano dos setores dentro do município, que servirão de base para representar os mapas de cobertura de saneamento básico na cidade.

FIGURA 2. Situação do perímetro urbano da cidade no município e Anápolis no estado

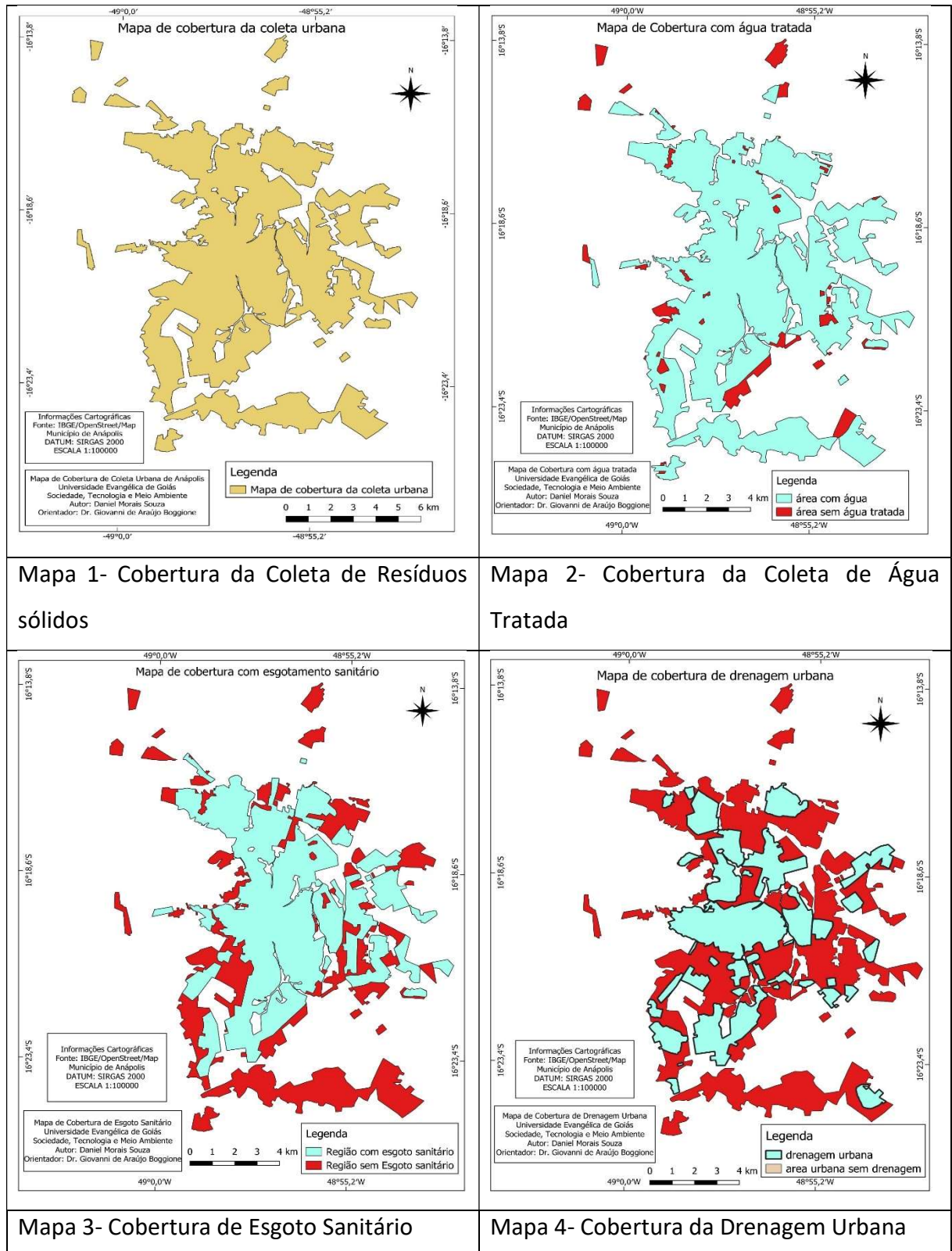


Fonte: Autor, 2025.

Para elaboração dos mapas de cobertura tomou-se como referência a área do perímetro urbano que possuem a coleta de resíduos sólidos mapa 1, portanto o mapa 2,3 e 4

do (Quadro 1) se refere na cor em vermelho as regiões da cidade que não possuem atendimento com os serviços de água tratada, esgoto sanitário e drenagem urbana respectivamente.

Quadro 1. Mapa de Cobertura dos Serviços de Saneamento básico



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025), dados Prefeitura Municipal e SANEAGO (2024).

As regiões que são atendidas com contêineres são Miranópolis, Jardim Peixoto 1, Chácaras Vale das Antas, Sítio de Recreio Jardim Boa Vista 2.

As imagens georreferenciadas do quadro 1 demonstram que a área referente a cobertura com água tratada foi a segunda maior disponibilizada à população, não se fazendo presente nos setores Jardim promissão, residencial Monte Sinai, residencial Vila Rica, Miranópolis, Chácaras Vale das Antas e região ao redor da Universidade Estadual de Goiás.

A (Tabela 1) mostra o tamanho das áreas cobertas com serviços de saneamento básico para o a cidade de Anápolis, conforme dados do QGIS, as porcentagens são em relação ao serviço de coleta de resíduos sólidos, as mesmas não correspondem a proporção de atendimento populacional, em virtude de não ter sido consideradas as densidades demográficas das regiões.

Tabela 1. Resumo das áreas de cobertura dos serviços de saneamento básico

Cobertura dos Serviços	Área (m ²)	Porcentagem
Resíduos Sólidos	102.436.955,73	100
Água Tratada	95.365.639,37	93,10
Esgoto Sanitário	62.464.968,32	60,98
Drenagem Urbana	39.486.540,69	38,55

Fonte: O autor (2025)

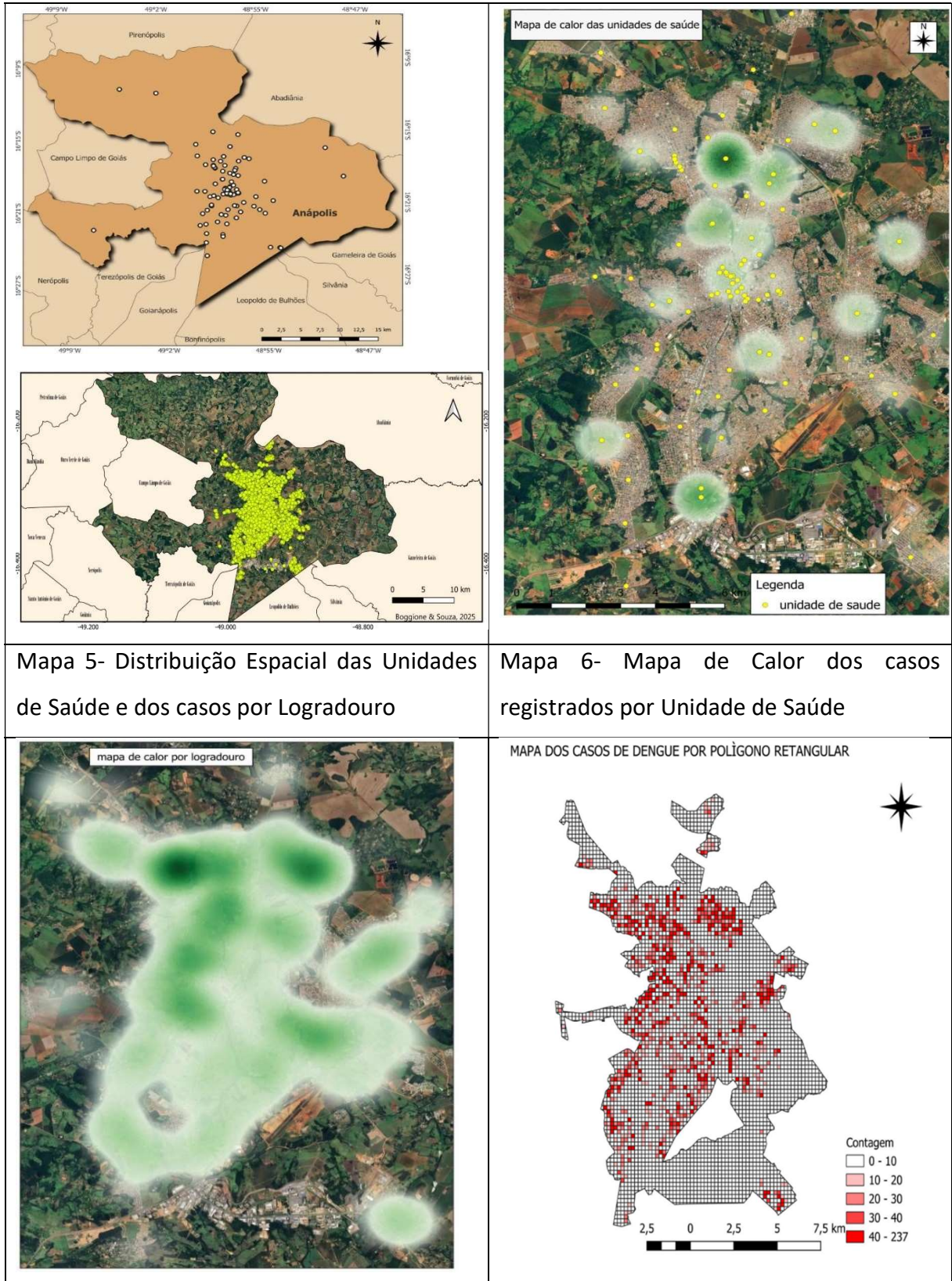
Portanto os resultados da análise geoespacial no quadro 1 e na tabela 1 permitem concluir que as áreas centrais do município são beneficiadas com a construção da infraestrutura em saneamento básico, estando ausente para a população das áreas periféricas e que o índice de atendimento do SNIS leva em consideração atendimento em relação a quantidade populacional e não a áreas do município. Grandes regiões ainda carecem de saneamento básico, principalmente esgoto sanitário e drenagem urbana.

Os dados de saúde relativos a Dengue no município de Anápolis para o ano de 2024 registraram número recorde de 39.152 (trinta e nove mil, cento e cinquenta e dois) casos confirmados. com 69 (sessenta e nove) óbitos. Os casos foram registrados em 95 unidades de saúdes que foram georreferenciadas. (DATASUS, 2024).

O (Quadro 2) a seguir representa a distribuição das unidades de saúde e dos casos de

dengue por Logradouro, os mapas de calor através do método de kernel e a contagem de registros dos casos por célula na malha de 200 x 200 metros no QGIS.

Quadro 2. Distribuição Espacial dos casos de Dengue e Mapa de Calor



Mapa 7- Mapa de Calor dos casos registrados por Logradouro	Mapa 8- Quantidade de Casos por Polígono
--	--

Fonte: Elaborado pelo Autor (2025)

O resultado da análise geoespacial pelo método de kernel no mapa 6 do (quadro 2) revelou na cor verde escuro que os casos de dengue apresentaram maior concentração principalmente nas unidades do USF Parque Iracema e UPA Dr. Alair Mafra localizada na Vila Esperança. As unidades de saúde estão localizadas em regiões distintas, a USF Parque Iracema na região norte da cidade, enquanto a UPA Dr. Alair Mafra na região sul, regiões que se caracterizam por apresentar alta densidade populacional e grande região de atendimento.

O mapa 7 do (quadro 2) representa a distribuição dos casos por logradouro utilizando o método de kernel, a imagem evidenciou as desigualdades entre os setores. Nas regiões em cor verde escuro a intensidade de registros de caso são maiores que nas regiões claras. As regiões centrais apresentaram maior casos de dengue em relação as regiões periféricas.

O mapa 8 do (quadro 2) foi formado pelos setores censitários divididos em matriz quadrada com células de 200 metros por 200 metros. Resultando em tons de vermelho escuro a maior a quantidade e intensidade de casos em cada polígono, e com a cor clara a menor intensidade ou ausência dos casos de dengue.

ANÁLISES ESTATÍSTICAS ESPACIAIS

O resultado da intersecção entre os mapas do quadro 1, quadro 2 e somando as variáveis densidade populacional, renda per capita e distância do centroide de cada polígono as unidades de saúde no QGIS, possibilitou a realização da análise estatística espacial exploratória.

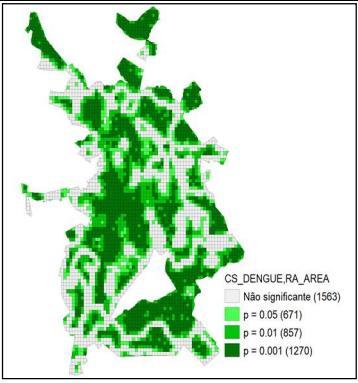
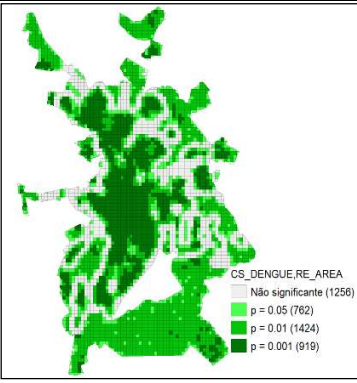
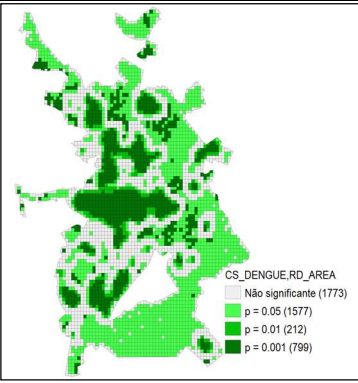
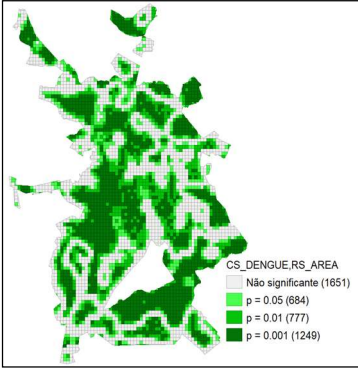
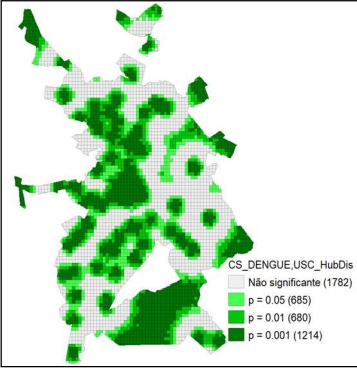
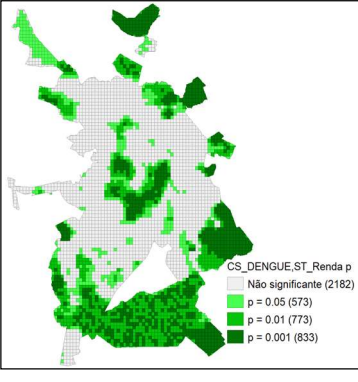
Utilizando o Índice de Moran para análise estatística espacial, foram gerados novos mapas da correlação entre os casos de dengue (CS_DENGUE) e as outras variáveis, identificadas pelas seguintes nomenclaturas no GeoDa:

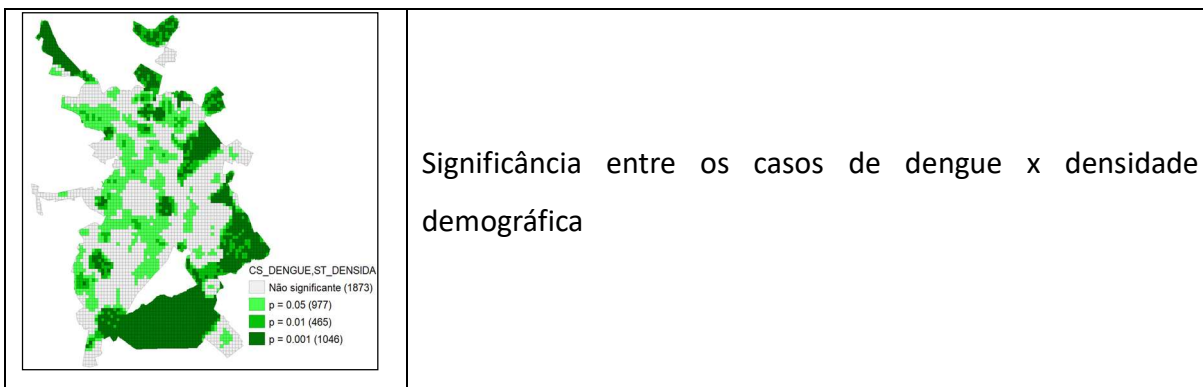
- id - número de identificação de cada polígono;
- CS_DENGUE - casos de dengue registrado por logradouro;
- RA_AREA - proporção da área de cada polígono atendida com água tratada;
- RE_AREA - proporção da área de cada polígono atendida com esgoto sanitário;
- RD_AREA - proporção da área de cada polígono atendida com drenagem urbana;
- RST_AREA - proporção da área de cada polígono atendida com coleta de resíduo sólidos;

- USC_DIST - distância do centroide de cada polígono para unidade de saúde mais próxima
- STS_ST_REN – renda per capita média de cada polígono;
- ST_DENSIDA - densidade populacional de cada polígono.

Os mapas de significância a seguir são resultados das análises casos de Dengue por logradouro e as outras variáveis, utilizando a técnica de Moran Bivariado Local (que analisa a correlação entre duas variáveis), conforme demonstrado no (Quadro 3).

QUADRO 3. Análise de significância dos casos de dengue por logradouro com as variáveis de saneamento e socioeconômicas

		
<p>Significância entre os casos de dengue x água tratada</p>	<p>Significância entre os casos de dengue x esgoto sanitário</p>	<p>Significância entre os casos de dengue x drenagem urbana</p>
		
<p>Significância entre os casos de dengue x coleta de resíduos sólidos</p>	<p>Significância entre os casos de dengue x distância das Unidades de Saúde</p>	<p>Significância entre os casos de dengue x renda per capita</p>



Fonte: Elaborado pelo autor (2025), GeoDA (2025)

Considerando que o Índice de Moran Bivariado Local possui como referência para a significância a seguinte legenda:

Cor Cinza: Nenhum nível de significância

$p = 0.05$ (verde claro): Significância de relação de 95% de confiança.

$p = 0.01$ (verde médio): Significância de relação de 99% de confiança.

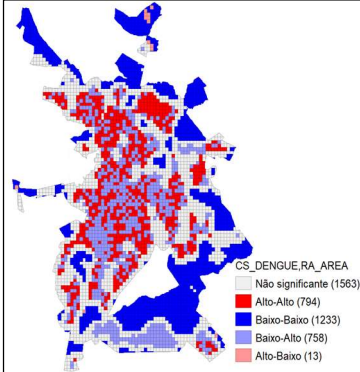
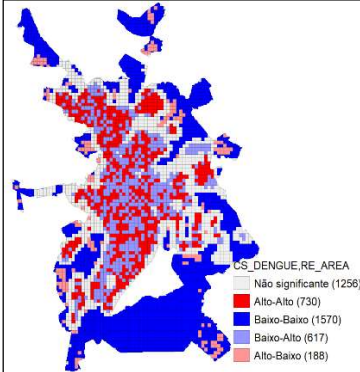
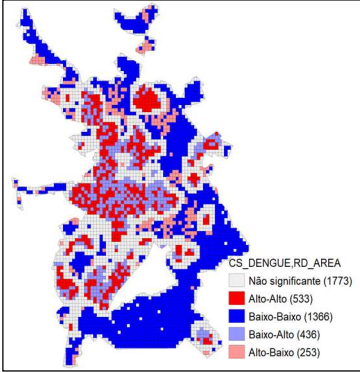
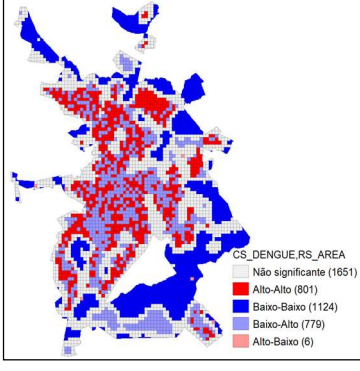
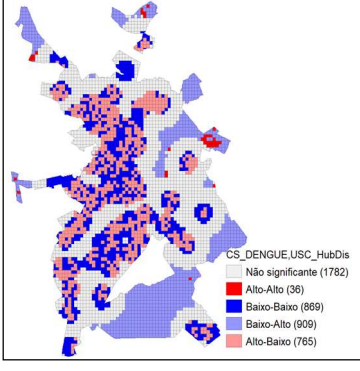
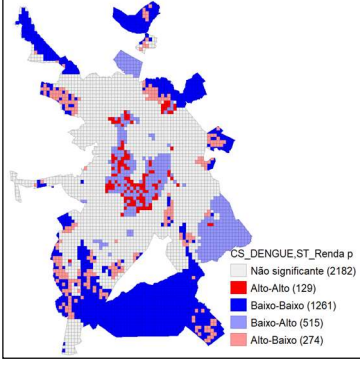
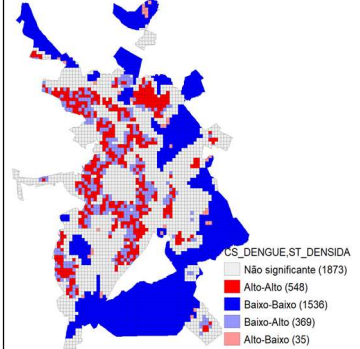
$p = 0.001$ (verde escuro): Significância de relação altamente de 99.9% de confiança.

O resultado dos mapas de significância apresentou que as variáveis com maiores padrões significativos espaciais são as relacionadas a infraestrutura de saneamento: RA_AREA - água tratada, RE_AREA - esgoto sanitário; RD_AREA - drenagem urbana; RST_AREA - coleta de resíduo sólidos, e a variável com menor padrão significativo espacial foi a STS_ST_REN - renda.

As variáveis de saneamento básico registraram significância elevada nos setores que compõem a região central de Anápolis, assim como os setores que compõem a região denominada de grande Jaiara, região tradicional na cidade. Entre casos de dengue e a distância das Unidades de Saúde apresentou-se elevada nas regiões central e da grande Jaiara e região sul. Para os casos de dengue e renda per capita elevada na região do setor Jundiáí, região sul e região sudeste, provavelmente este último devido a concentração de indústria, do comércio no Jundiáí e a instalação de condomínios fechados alto padrão na região sudeste.

O (Quadro 4) representa o mapa de agrupamento dos polígonos das regiões com as correlações de LISA bivariado de Moran.

QUADRO 4. Análise de agrupamento dos casos de dengue por logradouro com as variáveis de saneamento e socioeconômicas estudadas

		
<p>Agrupamento entre os casos de dengue x água tratada</p>	<p>Agrupamento entre os casos de dengue x esgoto sanitário</p>	<p>Agrupamento entre os casos de dengue x drenagem urbana</p>
		
<p>Agrupamento entre os casos de dengue x coleta de resíduos sólidos</p>	<p>Agrupamento entre os casos de dengue x distância das Unidades de Saúde</p>	<p>Agrupamento entre os casos de dengue x renda per capita</p>
	<p>Agrupamento entre os casos de dengue x densidade demográfica</p>	

Fonte: Elaborado pelo autor (2025), GeoDA (2025)

O Índice de Moran Bivariado Local possui como referência para o agrupamento a legenda apresentada abaixo.

Cor cinza: Não significativa para o nível de agrupamento;

Cor vermelho escuro: Agrupamento alto-alto significa que em cada célula temos um valor elevado de casos de dengue e elevado para a variável em estudo;

Cor azul escuro: Agrupamento baixo-baixo significa que em cada célula temos um valor baixo de casos de dengue e baixo para a variável em estudo;

Cor azul claro: Agrupamento baixo-alto significa que em cada célula temos um valor baixo de casos de dengue e alto para a variável em estudo;

Cor Vermelho claro: Agrupamento alto-baixo significa que em cada célula temos um valor elevado de casos de dengue e baixo para a variável em estudo;

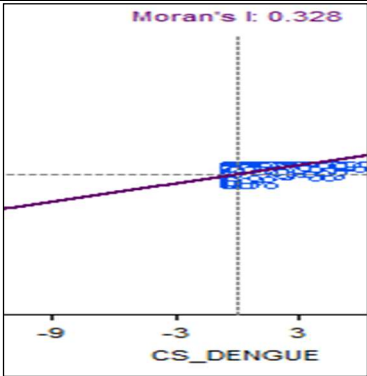
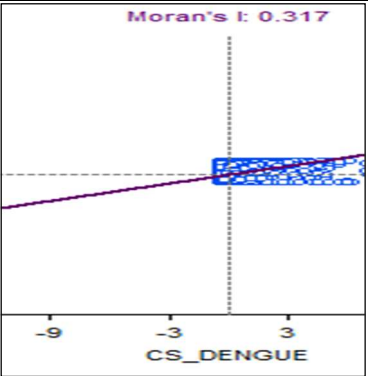
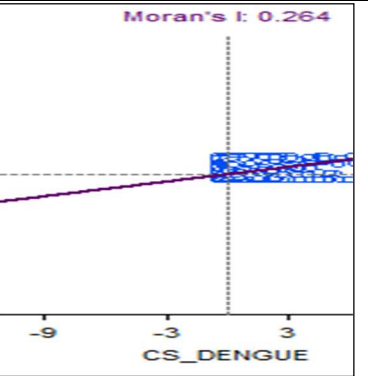
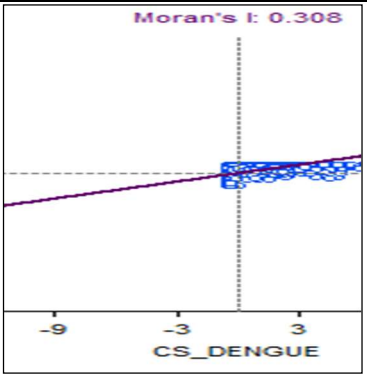
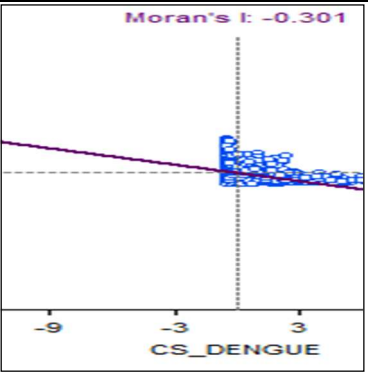
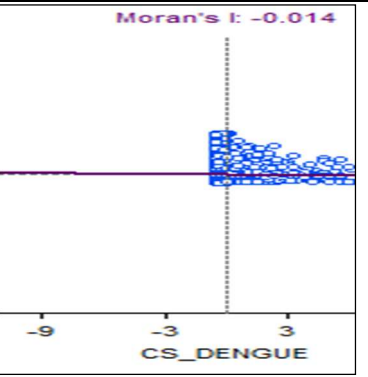
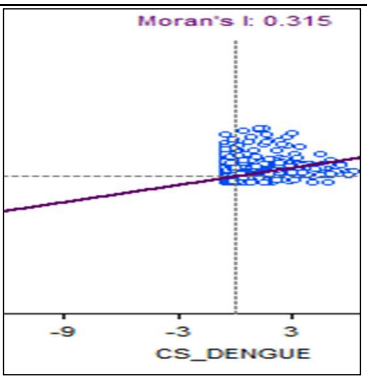
Os resultados apresentaram que as variáveis com maiores padrões de agrupamento foram semelhantes ao do mapa de significância.

As variáveis de saneamento básico registraram a maior significância alto-alto, na região do Recanto do sol e a região Conjunto habitacional Filostro Machado e Residencial Santo Antônio.

As regiões periféricas da cidade em geral possuíram grande parte sendo baixo-baixo, o que parece contraintuitivo, visto que o baixo número de casos registrados de dengue por logradouro também é acompanhado pela baixa cobertura dos serviços de saneamento básico. Entretanto as regiões dos setores Santos Dumont e Jardim Promissão na região norte e a outra do Munir Calixto, Jardim Esperança e Residencial Cidade Industrial na região sul carecem de especial atenção por possuírem um número maior de células do tipo alto-baixa, com alto número de casos registrados de dengue e baixa cobertura dos serviços de saneamento básico.

As análises da autocorrelação entre as variáveis, para o índice de Moran Bivariado no GeoDa, estão descritas no (Quadro 6).

Quadro 5. Análise da correlação dos casos de dengue por logradouro com as variáveis de saneamento e socioeconômicas estudadas

Índice de Moran Bivariado		
		
<p>Correlação entre os casos de dengue x água tratada Valor da correlação: 0,328</p>	<p>Correlação entre os casos de dengue x esgoto sanitário Valor da correlação: 0,317</p>	<p>Correlação entre os casos de dengue x drenagem urbana Valor da correlação: 0,264</p>
		
<p>Correlação entre os casos de dengue x coleta de resíduos sólidos Valor da correlação: 0,308</p>	<p>Correlação entre os casos de dengue x distância das Unidades de Saúde Valor da correlação: -0,301</p>	<p>Correlação entre os casos de dengue x renda per capita Valor da correlação: -0,014</p>
	<p>Correlação entre os casos de dengue x densidade demográfica Valor da correlação: 0,315</p>	

Fonte: Elaborado pelo autor (2025), GeoDA (2025)

A (Tabela 4) apresenta um resumo dos resultados encontrados no (Quadro 5).

A análise do índice bivariado de Moran entre os casos de dengue e as variáveis apresentou correlação positiva de magnitude moderada entre `CS_DENGUE` e os indicadores de infraestrutura urbana. Em contrapartida, a distância à unidade de saúde apresentou correlação moderada e negativa. Para densidade populacional o coeficiente foi positivo e moderado, refletindo que maior densidade mais casos, e para renda mostrou-se insignificante.

À primeira vista, a associação positiva entre maior cobertura de infraestrutura de saneamento básico e maior número de casos de dengue parecer contrário ao senso comum. No entanto, esse padrão é consistente com a concentração de casos em áreas mais urbanizadas e densamente povoadas, que tendem a reunir maior número de indivíduos suscetíveis, maior intensidade de circulação viral e melhor estrutura de vigilância e assistência em saúde, favorecendo a detecção e a notificação dos casos. Assim, é plausível que parte desse efeito reflita não apenas maior risco de transmissão, mas também maior capacidade de registro dos agravos.

Embora a literatura frequentemente atribua maior risco de dengue às áreas com menor infraestrutura de saneamento básico, o resultado encontrado vai de encontro com muitas literaturas, indicando que, possivelmente em cidades de porte médio e com urbanização avançada, o acesso a água tratada, embora essencial, não reduz diretamente o risco de dengue.

A correlação negativa entre os casos de dengue e a distância das unidades de saúde sugere possível subnotificação nas áreas mais afastadas dos serviços de saúde, onde o acesso, à atenção e à vigilância epidemiológica é potencialmente mais limitado. Nessas regiões, casos leves podem não procurar atendimento, ademais, a maior parte das notificações fundamentam-se em critérios clínicos e epidemiológicos. Nesse contexto, pode ocorrer viés de classificação, em razão da similaridade dos sinais e sintomas entre as doenças, especialmente entre dengue e Zika (Oliveira et al., 2020).

Discussão

A identificação de autocorrelação espacial positiva no modelo SAR corrobora achados de estudos que utilizaram técnicas semelhantes em diferentes contextos urbanos. Por exemplo, Stewart-Ibarra et al. (2013) destacam que padrões espaciais de dengue em cidades tropicais estão ligados tanto a fatores ambientais quanto a condições sociais, reforçando a

complexidade espacial da transmissão.

A autocorrelação estatisticamente significativa com a existência de dependência espacial em diversas regiões, e os gráficos encontrados neste trabalho foram semelhantes aos observados por Luzardo (2017), que também verificou que os modelos de estatística espacial, oferecem alta confiabilidade nos resultados, sendo utilizados em escaneamento facial e de retina, devido à autocorrelação estatística significativa entre regiões vizinhas.

Quando comparados com a literatura, nossos achados mostram semelhanças, segundo Kamal (2023) e Santos (2020), identificaram que a densidade populacional é uma das principais variáveis no estudo da dengue e sua influência é quase um consenso pois o mosquito encontra facilmente alvos para alimentação, proteção e procriação. Em relação às infraestruturas de saneamento citam que as regiões mais verticalizadas e com melhores infraestruturas também apresentam uma quantidade elevada de registros de dengue.

Além disso, estudos internacionais, como o de Lowe et al. (2018) no contexto do Caribe, apontam que fatores ambientais e climáticos associados à urbanização, como temperatura, precipitação e variáveis socioeconômicas, interagem para definir a vulnerabilidade das populações à dengue. Em muitos casos, áreas com infraestrutura inadequada e condições sociais desfavoráveis experimentam maior densidade vetorial e incidência de casos, o que está em consonância com os padrões espaciais observados em Anápolis.

Por outro lado, em contraste com os resultados encontrados Faria (2023) relaciona que o aumento da disseminação das arboviroses urbanas está diretamente relacionado a precariedade no saneamento básico, Silva e Barbosa (2020), em estudo realizado no Brasil, observaram que a precariedade no saneamento básico, especialmente redes de água e esgoto irregulares, cria condições que favorecem a proliferação de *Aedes aegypti* e a circulação do vírus da dengue.

Segundo Queiroz (2020), a infestação pelo vetor está presente em diversas localidades, mas ocorre principalmente na população economicamente mais vulnerável, com índices baixos de saneamento básico, esses resultados indicam que o saneamento não deve ser visto apenas como um indicador técnico, mas como expressão de desigualdades territoriais que moldam o risco epidemiológico urbano e que esse fator de impacto deveria ser mais discutido e incluídos nas legislações vigentes.

A literatura sugere também que variáveis sociodemográficas, como renda e densidade demográfica, modulam a dinâmica das arboviroses no espaço urbano. Da Luz et al. (2021), em estudo no Brasil, encontraram associação entre fatores sociodemográficos e a incidência de dengue, embora indicadores de saneamento tenham mostrado maior poder explicativo em algumas análises. Esses achados não dialogam com a presente dissertação, na qual a variável renda apresentou-se insignificante na análise espacial, sugerindo que fatores socioeconômicos não atuam em conjunto com determinantes ambientais para configurar o risco sanitário.

Abordagens multidimensionais reforçam que a dengue e outras arboviroses não se originam de um único fator isolado. Estudos internacionais (por exemplo, Bowman et al., 2016) indicam que a urbanização rápida e desordenada, combinada com déficits em infraestrutura e serviços sociais, pode intensificar a transmissão vetorial em diversas regiões do mundo. Esses estudos ampliam a perspectiva tradicional limitada ao vetor e ao clima, enfatizando a necessidade de integrar variáveis sociais e ambientais na análise.

Observou-se que mesmo nas áreas centrais com ampla infraestrutura de saneamento, a incidência de dengue permaneceu elevada. Isso pode estar relacionado não só à maior densidade populacional e mobilidade urbana, mas também à maior probabilidade de notificação de casos nesses locais. Esse padrão, comparável a achados de estudos como Stewart-Ibarra et al. (2013), sugere a importância de interpretar os dados epidemiológicos considerando tanto aspectos ambientais quanto mecanismos de vigilância em saúde.

Apesar das contribuições, este estudo apresenta limitações, uma delas refere-se à subnotificação de casos, uma vez que enfermidades por arboviroses apresentam com diferentes intensidades e formas assintomáticas (Subissi et al., 2017; Aubry et al., 2018). Outras limitações podem estar relacionadas à não inclusão de possíveis variáveis relacionadas a transmissão da doença, com a densidade espacial do vetor

Em síntese, esta dissertação contribui para o entendimento da dengue como fenômeno socioambiental complexo, cujos determinantes estruturais se entrelaçam em padrões espaciais que refletem a organização territorial da cidade de Anápolis. Ao dialogar com achados de estudos nacionais e internacionais, os resultados reforçam a necessidade de abordagens integradas para enfrentar desafios epidemiológicos em ambientes urbanos, considerando tanto infraestrutura física quanto desigualdades sociais e ambientais.

Considerações Finais

Os resultados obtidos com a técnica de geoprocessamento no QGIS foram a produção de mapas inéditos como, da cobertura dos serviços de saneamento básico (água tratada, esgoto sanitário, coleta de resíduos sólidos e drenagem), da geoespacialização das unidades de saúde com registros de dengue.

Apesar do alto índice de cobertura de serviços de saneamento alguns setores periféricos apresentaram a inexistência e/ou precariedade dos mesmos. Contudo os problemas de infraestrutura urbana nas regiões periféricas e desigualdade socioeconômica dos setores censitários se mostraram complexas, porém menos grave no processo de adoecer por dengue.

As análises de exploração espaciais, revelaram em Moran bivariado dependência espacial moderada, tanto positivas quanto negativas, positivas para os casos de saneamento básico e densidade, negativo para distância dos casos as unidades de saúde e insignificante para renda.

Embora não se tenha estabelecido um modelo multivariado para a dengue na epidemia de 2024 no município de Anápolis, com as variáveis utilizadas concluiu-se que o viés urbanização com alta densidade populacional foi mais significativo que a infraestrutura em saneamento básico.

Contudo reforçamos a importância do uso de ferramentas de análise espacial e a metodologia proposta pelo presente estudo. Sugere-se que pesquisas futuras explorem o tema, com outras variáveis que possam causar influência nos casos de dengue, como faixa etária, sexo, análise temporal da evolução epidemiológica e hidroclimática.

Referências

ANSELIN, L. **Local Moran's I**. Disponível em: https://lanselin.github.io/introbook_vol1/local-moran.html. Acesso em: 24 mai 2025.

_____. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 5. ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2020.

_____, Ministério da Saúde. **Painel de Monitoramento das Arboviroses**. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/aedes-egypti/monitoramento-das-arboviroses>. Acesso em: 20 maio 2025.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: 2004. INPE. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>.

Acesso em: 19 março 2025.

FARIA, M. T. S., RIBEIRO, N. R. S., DIAS, A. P., GOMES, U. A. F., MOURA, P. M. Saúde e saneamento: uma avaliação das políticas públicas de prevenção, controle e contingência das arboviroses no Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 28, n. 6, p. 1767-1775, jun. 2023. DOI: 10.1590/1413-81232023286.07622022

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. da. **Saneamento básico**. Instituto de Tecnologia, UFRJ, 2007. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf>> Acesso em: 19 março 2025

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 1991, 2010, 2022**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/censos>>. Acesso em: 17 setembro 2024.

KAMAL, A. S. M. M.; AL-MONTAKIM, M. N.; HASAN, M. A.; MITU, M. M. P.; GAZI, M. Y.; UDDIN, M. M.; MIA, M. B. Relationship between urban environmental components and dengue prevalence in Dhaka City — an approach of spatial analysis of satellite remote sensing, hydro-climatic, and census dengue data. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 20, n. 5, p. 3858, 2023. doi: 10.3390/ijerph20053858.

KAWAMOTO, M. T. **Análise de técnicas de distribuição espacial com padrões pontuais e aplicação a dados de sinistros de trânsito e a dados de dengue de Rio Claro-SP**. 2012. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu: Botucatu, SP. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/items/7bc33291-7a83-487e-8ce5-b97d91fa9252>>. Acesso em: 16 julho 2024.

LIMA, A. S. C., **Diagnóstico das condições de saneamento básico no municípios operados pela prefeitura**, dissertação de mestrado em engenharia e meio ambiente, UFG, Goiás, 2014.

LUZARDO, A. J. R.; CASTANEDA FILHO, R. M.; RUBIM, I. B. Análise espacial exploratória com emprego do índice de Moran. *Geografia*, v. 19, n. 40, p. 161 - 179, 5 out. 2017.

OLIVEIRA, C. U.; OLIVEIRA, P. S. **Mapas de Kernel como Subsídio à Gestão Ambiental: Análise dos Focos de Calor na Bacia Hidrográfica do Rio Acaraú, Ceará, nos Anos 2010 a 2015**. Espaço Aberto, PPGG - UFRJ, Rio de Janeiro, V. 7, N.1, p. 87-99. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6120679>. Acesso em: 05 dezembro 2025.

OLIVEIRA, J. F., RODRIGUES, M. S., SKALINSKI, L.M., SANTOS, A. E. S., COSTA, L. C., CARDIM, L. L. **Interdependência entre casos confirmados e descartados de dengue, chikungunya e vírus Zika no Brasil: uma análise multivariada de séries temporais**. PLoS One 15 (2). 2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS). **Constituição da Organização Mundial da Saúde**. 1948. Disponível em: <<https://www.who.int/about/governance/constitution>>. Acesso em: 11 abril 2025.

QUEIROZ, J. T. M., SILVA, P. N., HELLER, L. Novos pressupostos para o saneamento no controle de arboviroses no Brasil. **Cad Saude Publica** 2020; 36(4):e00233719.

RODRIGUES, C. F.M.; RODRIGUES, V. S.; NERES, J. C. I.; GUIMARÃES, A. P. M.; NERES, L. L. F. G.; CARVALHO, A. V. **Desafios da saúde pública no Brasil: relação entre zoonoses e saneamento**. Scire Salutis, v.7, n.1, p.27-37, 2017. Disponível em: <<http://doi.org/10.6008/SPC2236-9600.2017.001.0003>> Acesso em 14 abril 2025.

SANEAGO. Institucional. Disponível em: <<https://www.saneago.com.br/2016/#institucional>>. Acesso em: 20 maio 2025.

SANTOS, D. F., MENDES, T. A., MOREIRA, P. A. G. Influência de determinantes socioeconômicos, ambientais e demográficos na distribuição espacial da dengue. **Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 9, n. 2, p. 414-432, abr./jun. 2020. DOI: 10.19177/rgsa.v9e220414-432.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Básico. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programa/saneamento/snis>. Acesso em: 21 agosto 2024.

VIRTANEN, Pauli; GOMMERS, Ralf; OLIPHANT, Travis E.; HABERLAND, Matt; REDDY, Tyler; COURNAPEAU, David; et al. *SciPy 1.0: fundamental algorithms for scientific computing in Python*. *Nature Methods*, v. 1

6. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nesta pesquisa evidenciam que a distribuição espacial dos casos de dengue no município de Anápolis não ocorre de maneira aleatória, mas segue um padrão espacial estruturado, associado a determinantes ambientais e socioeconômicos. A identificação de autocorrelação espacial positiva no modelo SAR corrobora achados de estudos que utilizaram técnicas semelhantes em diferentes contextos urbanos. Por exemplo, Stewart-Ibarra et al. (2013) destacam que padrões espaciais de dengue em cidades tropicais estão ligados tanto a fatores ambientais quanto a condições sociais, reforçando a complexidade espacial da transmissão.

A autocorrelação estatisticamente significativa com a existência de dependência espacial em diversas regiões, e os gráficos encontrados neste trabalho foram semelhantes aos observados por Luzardo (2017), que também verificou que os modelos de estatística espacial, oferecem alta confiabilidade nos resultados, sendo utilizados em escaneamento facial e de retina, devido à autocorrelação estatística significativa entre regiões vizinhas.

Quando comparados com a literatura, nossos achados mostram semelhanças, segundo Kamal (2023) e Santos (2020), identificaram que a densidade populacional é uma das principais variáveis no estudo da dengue e sua influência é quase um consenso pois o mosquito encontra facilmente alvos para alimentação, proteção e procriação. Em relação às infraestruturas de saneamento citam que as regiões mais verticalizadas e com maiores índices de atendimento de saneamento básico também são as regiões que apresentam quantidade elevada de registros de dengue.

Além disso, estudos internacionais, como o de Lowe et al. (2018) no contexto do Caribe, apontam que fatores ambientais e climáticos associados à urbanização, como temperatura, precipitação e variáveis socioeconômicas, interagem para definir a vulnerabilidade das populações à dengue. Em muitos casos, áreas muito adensadas, ocupadas de maneiras desordenadas com infraestrutura de saneamento inadequada e condições sociais desfavoráveis experimentam maior densidade vetorial e incidência de casos, o que está em consonância com os padrões espaciais encontrados na pesquisa da cidade de Anápolis.

Por outro lado, em contraste com os resultados encontrados Faria (2023) relaciona que o aumento da disseminação das arboviroses urbanas está diretamente relacionado a precariedade no saneamento básico, Silva e Barbosa (2020), em estudo realizado no Brasil, observaram que a precariedade no saneamento básico, especialmente redes de água e esgoto irregulares, cria condições que favorecem a proliferação de *Aedes aegypti* e a circulação do

vírus da dengue. Segundo Queiroz (2020), a infestação pelo vetor está presente em diversas localidades, mas ocorre principalmente na população economicamente mais vulnerável, com índices baixos de saneamento básico, esses resultados indicam que o saneamento não deve ser visto apenas como um indicador técnico, mas como expressão de desigualdades territoriais que moldam o risco epidemiológico urbano e que esse fator de impacto deveria ser mais discutido e incluídos nas legislações vigentes.

A literatura sugere também que variáveis sociodemográficas, como renda e densidade demográfica, modulam a dinâmica das arboviroses no espaço urbano. Da Luz et al. (2021), em estudo no Brasil, encontraram associação entre fatores sociodemográficos e a incidência de dengue, embora indicadores de saneamento tenham mostrado maior poder explicativo em algumas análises. Esses achados não dialogam com a presente dissertação, na qual a variável renda apresentou-se insignificante na análise espacial, sugerindo que fatores socioeconômicos não atuam em conjunto com determinantes ambientais para configurar o risco sanitário.

Abordagens multidimensionais reforçam que a dengue não se origina de um único fator isolado. Estudos internacionais (por exemplo, Bowman et al., 2016) indicam que a urbanização rápida e desordenada, combinada com déficits em infraestrutura e serviços sociais, podendo intensificar a transmissão vetorial em diversas regiões do mundo. Esses estudos ampliam a perspectiva tradicional limitada ao vetor e ao clima, enfatizando a necessidade de integrar variáveis sociais e ambientais na análise.

No caso específico desta pesquisa, observou-se que mesmo nas áreas centrais com ampla infraestrutura de saneamento, a incidência de dengue permaneceu elevada. Isso pode estar relacionado não só à maior densidade populacional e mobilidade urbana, mas também à maior probabilidade de notificação de casos nesses locais. Esse padrão, comparável a achados de estudos como Stewart-Ibarra et al. (2013), sugere a importância de interpretar os dados epidemiológicos considerando tanto aspectos ambientais quanto mecanismos de vigilância em saúde.

Sob a perspectiva ambiental, os resultados indicam que a dengue deve ser compreendida como fenômeno que emerge da interação entre fatores naturais, humanos e estruturais. Políticas públicas que integrem o planejamento urbano sustentável, investimentos em saneamento e vigilância epidemiológica têm maior potencial para reduzir a ocorrência de casos em áreas de maior risco. Isso está em consonância com a literatura, segundo a qual intervenções fragmentadas e isoladas tendem a ter eficácia limitada.

Apesar das contribuições, este estudo apresenta limitações, uma delas refere-se à

subnotificação de casos, uma vez que enfermidades por dengue apresentam com diferentes intensidades e formas assintomáticas (Subissi et al., 2017; Aubry et al., 2018).

Outras limitações podem estar relacionadas à não inclusão de possíveis variáveis relacionadas a transmissão da doença, com a densidade espacial do vetor, com a comparação entre cidades de portes diferentes no mesmo estado, pois Anápolis possui a infraestrutura acima da média estadual e nacional. Cidades com menor população e infraestrutura poderão apresentar resultados divergentes em relação à produtividade de criadouros. Contudo, os métodos utilizados mostraram-se confiáveis e com diversas aplicações .

Em síntese, esta dissertação contribui para o entendimento da dengue como fenômeno socioambiental complexo, cujos determinantes estruturais se entrelaçam em padrões espaciais que refletem a organização territorial da cidade de Anápolis. Ao dialogar com achados de estudos nacionais e internacionais, os resultados reforçam a necessidade de abordagens integradas para enfrentar desafios epidemiológicos em ambientes urbanos, considerando tanto infraestrutura física quanto desigualdades sociais e ambientais.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As informações obtidas de dados secundários por meio do censo demográfico ocultam a grande variabilidade intrínseca, quando agregadas para descrever grandes regiões. Contudo, são as mais confiáveis e utilizadas em trabalhos acadêmicos no país.

A agregação de dados espaciais pode influenciar os resultados relacionados às variáveis de estudo na cidade de Anápolis. Os problemas de infraestrutura urbana e desigualdade socioeconômica dos setores censitários se mostraram complexos, porém menos graves no processo de adoecer por dengue.

Os resultados obtidos com a técnica de geoprocessamento no QGIS mostraram que em Anápolis a cidade possui índices elevados de cobertura dos serviços de saneamento básico, com valores acima das médias nacional e estadual. Contudo, alguns setores periféricos apresentaram precariedade ou inexistência dos serviços de saneamento básico. Os setores Sítio de Recreio Boa Vista, Chácaras Vale das Antas e Miranópolis não possuíam nenhum dos serviços básicos. Os setores Residencial Monte Sinai, Jardim Promissão, Jardim Luzitano, Chácaras Colorado e de Recreio Mansões Planalto haviam apenas a coleta de resíduos sólidos. Vários setores além dos citados não possuíam cobertura com esgotamento sanitário e drenagem urbana.

Com o resultado do geoprocessamento obteve-se mapas inéditos, como da cobertura dos serviços de saneamento, da geoespacialização das unidades de saúde com registros de dengue, todos em formato Shapefile, os quais as concessionárias responsáveis e a Prefeitura Municipal não possuem. Também foram elaborados mapas de calor gerados pelo método de Kernel, que permitiram visualizar as regiões críticas de incidência por unidade de saúde e por casos registrados por logradouros.

Ao mapear as unidades de saúde com registros de casos pelo método de Kernel, o estudo evidenciou que os resultados foram tendenciosos em virtude das unidades USF Parque Iracema e a UPA Dr. Alair Mafra localizadas na Vila Esperança serem designadas como referência para tratamento das arboviroses no período de estudo. Contudo, a mesma abordagem foi realizada para os casos por logradouro, que demonstrou expressiva quantidade de registros nos setores Vila Jaiara, Vila Harmonia; região do Recanto do Sol, Vila Norte, Parque das Flores, Portal do Cerrado e Vale do Sol; região do setor Maracanã, setor central e região do bairro de Lourdes, Jundiá e Jardim Europa, setor Santos Dumont, jardim Promissão, jardim Primavera, Munir Calixto e Jardim Esperança.

Portanto, o principal resultado desta pesquisa foi contrário à hipótese inicial e às vertentes da literatura da fundamentação teórica, visto que nas regiões periféricas com

deficiência ou precariedade de saneamento básico, os números de casos foram insignificantes quando comparados às regiões centrais e adensadas. Regiões com maior padrão de renda, densidade e acesso aos serviços básicos de saneamento registraram mais casos e maior significância para a doença.

Contudo, reforçamos a importância do uso de ferramentas de análise espacial e da metodologia proposta pelo presente estudo para o estudo dos casos de arboviroses, por utilizar técnicas de análise que incorporam a dependência espacial entre os diversos setores urbanos e censitários e das áreas com registros da doença no município.

Algumas limitações da pesquisa podem estar relacionadas à não inclusão de possíveis variáveis da transmissão da doença, como a densidade espacial do vetor, a comparação entre cidades de diferentes tamanho e infraestrutura de saneamento, e produtividade de criadouros. Contudo, os métodos utilizados mostraram-se confiáveis e com diversas aplicabilidades. Sugere-se que pesquisas futuras explorem essas variáveis, abordando novos indicadores como faixa etária, sexo, análise temporal, mobilidade urbana, maior acesso as unidades de saúde, subnotificação de casos nas regiões periféricas e evolução hidroclimática epidemiológica, a fim de ampliar a compreensão e continuidade do estudo.

8. REFERENCIAS

ALMEIDA, A. S., MEDRONHO, R. A., VALENCIA, L. I. O. *Análise espacial da dengue e o contexto socioeconômico no município do Rio de Janeiro, RJ. Revista de Saúde Pública*, v. 43, n. 4, p. 666-673, 2009.

ALMEIDA, L. S.; SILVA, R. A.; BARBOSA, F. R. *Environmental determinants and arboviruses: implications for urban health. Ciência & Saúde Coletiva*, v. 25, n. 10, p. 3857-3868, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/csc/2020.v25n10/3857-3868/>. Acesso em: __ 2026.

ANÁPOLIS. *Lei n. 2.098, de 6 de maio de 1993. Institui o Conselho Municipal de Saúde e dá outras providências.* Disponível em: <[https://leismunicipais.com.br/a/go/a/anapolis/lei-ordinaria/1993/209/2098/lei-ordinaria-n-2098-1993-institui-o-conselho-municipal-de->](https://leismunicipais.com.br/a/go/a/anapolis/lei-ordinaria/1993/209/2098/lei-ordinaria-n-2098-1993-institui-o-conselho-municipal-de-) Acesso em: 18 abril 2025.

_____. *Lei n. 3.036, de 9 de dezembro de 2003. Altera a Lei n. 2.098/93, que dispõe sobre a instituição do Conselho Municipal de Saúde e dá outras providências.* Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/go/a/anapolis/lei-ordinaria/2003/304/3036/lei-ordinaria-n-3036-2003-altera-lei-2098-93-que-dispoe-sobre-a-instituicao-do-conselho-municipal-de-saude-e-da-outras-providencias>> Acesso em: 18 abril 2025.

_____. *Lei Complementar n. 219, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre o Plano Plurianual para o período de 2010 a 2013. Assinado eletronicamente.* Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/go/a/anapolis/lei-complementar/2009/22/219/lei-complementar-n-219-2009-dispoe-sobre-o-plano-plurianual-para-o-periodo-de-2010-a-2013>> Acesso em: 20 abril 2025.

_____. *Decreto n. 29.834, de 4 de março de 2010. Regulamenta o art. 1o da Lei n. 3.036, de 9 de dezembro de 2003, que alterou o art. 3o da Lei n. 2.098, de 6 de maio de 1993, que institui o Conselho Municipal de Saúde.* Disponível em: <https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://sapl.anapolis.go.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/2004/1146/1146_texto_integral.pdf> Acesso em: 20 abril 2025.

ANDRADE, J. B.; CARVALHO, A. O.; REGO, C. A. R. M.; DIAS, C. W. S.; CHAGAS, L. C.; ROCHA, S. F.; MARINHO, T. R. S.; BRITO, D. R. B. *Distribuição espacial e temporal da cobertura vegetal e uso do solo do município de Anápolis – Ma.* In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 16. (SBSR), 2013, Foz do Iguaçu. *Anais...* São José dos Campos: INPE, 2013. p. 7376-7381. Disponível em: <<http://urlib.net/3ERPFQRTRW34M/3E7GMJ5>>. Acesso em: 05 dezembro 2025.

ANSELIN, L. *Local Moran's I.* Disponível em: https://lanselin.github.io/introbook_vol1/local-moran.html. Acesso em: 24 mai 2025.

AUBRY, M., TEISSIER, A., HUART, M., MERCERON, S., VANHOMWEGEN, J., MAPOTOEKE, M. *Soroprevalência de anticorpos contra os vírus da dengue e chikungunya, Polinésia Francesa, 2014–2015.* 2018. *Emerg. Infect. Dis.* 24 (3), 558–561.

BARBOSA, D. V. S.; ALVES, C. G.; BALDOÍNO, G.R.; MESQUITA, A. I.; MESQUITA, G. L.; SEVERINO, M. M. C. *Atenção às urgências no município de Anápolis: uma*

análise da sua implemente ação. Centro Universitário de Anápolis-UniEVANGÉLICA, Anápolis-GO-Brasil. Revista Educação em Saúde 2019; 7(1): 74 -80. Disponível em: <<https://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/educacaoemsaude/article/view/3631/2597>> Acesso em: 19 maio 2025.

BARRETO J.; NERY I.; COSTA M.S.C. *Estratégia Saúde da Família e interações hospitalares em menores de 5 anos no Piauí, Brasil*. Cad Saúde Pública 2012; 28:515-26.

BARROS, R. T. V. et al. *Saneamento*. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. (Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios – volume 2).

BORGES, H. C. *História de Anápolis*. 2º. ed. Goiânia, CERNE, 1975.

BORJA, P. C. *Política de saneamento, instituições financeiras internacionais e mega-programas: um olhar através do Programa Bahia Azul*. Salvador: 2004. 400f. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/25944/1/%28Microsoft%20Word%20-%20BORJA%2c%20Patr_355cia%20Campos%2c%202004%20_Tese%20de%20Doutorado%20PPGAU-UFBA_%29.pdf> Acesso em: 19 abril 2025.

BOWMAN, L. R. et al. *The interplay between urbanization, infrastructure, and dengue transmission*. Global Health Action, 2016. (preencha dados e link reais ao inserir na dissertação).

BRASIL. Constituição (1988) - *Constituição da República Federativa do Brasil*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 05 de outubro de 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm> Acesso em: 18 abril 2025.

_____. *Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências*. Diário Oficial da União. Brasília, 1990. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18080.htm>. Acesso em: 10 junho 2025.

_____, Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990. *Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências*. DOU, Brasília, 1990. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=328>>. Acesso em: 11 abril 2025. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS). *Saneamento*. Disponível em: <https://www.who.int/health-topics/sanitation#tab=tab_1>. Acesso em: 11 abril 2025.

_____. *Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências*. Diário Oficial da União. Brasília, 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm>. Acesso em: 10 junho 2025.

_____. *Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o Marco Legal do Saneamento*

Básico e altera a Lei nº 9.984/2000. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 158, n. 135, p. 1, 16 jul. 2020. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm>. Acesso em: 15 abril 2025.

_____, Lei nº 11.445, de 05 de Janeiro de 2007. *Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico, altera a Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, a Lei nº 8.036, de 11 de maio de 1990, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, e a Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978.* Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 05 de Janeiro de 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007> Acesso em: 12 abril 2025.

_____, Decreto no 7.217, de 21 de junho de 2010. *Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências.* Brasília: Presidência da República, 2010. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7217.htm> Acesso em 13 abril 2025.

_____. *Estatuto da Cidade (2001). Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, que estabelece diretrizes gerais da política urbana.* Brasília: Câmara dos deputados, Coordenação de Publicações, 2001, 273 p., p. 23-28. (Série fontes de referência, Legislação; n. 40).

_____. Fundação Nacional de Saúde. *Manual de saneamento.* 5. ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2020.

_____. Fundação Nacional de Saúde. *Impactos na saúde e no Sistema Único de Saúde decorrentes de agravos relacionados a um saneamento ambiental inadequado.* Brasília: Fundação Nacional de Saúde; 2010.

_____, Ministério da Saúde. *Manual de saneamento.* 3 ed. Brasília: Funasa, 2006. 409 p. Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_saneamento_3ed_rev_p1.pdf> Acesso em: 19 abril 2025.

_____, Ministério da Saúde do Brasil. *Introdução à Estatística Espacial para a Saúde Pública.* Brasília-DF, v. 3. 2007. Disponível em: <https://www.escoladesaude.pr.gov.br/arquivos/File/TEXTOS_CURSO_VIGILANCIA/capacitac_ao_e_atualizacao_em_geoprocessamento_em_saude_3.pdf>. Acesso em: 22 agosto 2024.

_____, Ministério da Saúde. *Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID-10).* 10 ed. ver. Brasília: Ministério da Saúde, 2008. Disponível em: <<https://www.cid10.com.br>>. Acesso em 12 abril 2025.

_____. Ministério da Saúde. *Manual de vigilância, prevenção e controle de zoonoses: normas técnicas e operacionais.* Brasília, DF: MS, 2016. Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_vigilancia_preve_ncao_controle_zoonoses.pdf>. Acesso em: 21 maio 2025.

_____. Ministério da Saúde. *Manual de vigilância da leishmaniose.* Brasília, DF: MS, 2017c. Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_vigilancia_leishmaniose_tegumentar.pdf>. Acesso em: 20 maio 2025.

_____. Ministério das Cidades. *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS 2023: diagnóstico dos serviços de água e esgotos*. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/cidades/snis>>. Acesso em: 15 abril 2025.

_____. Ministério da Saúde. *Painel de Monitoramento das Arboviroses. 2025*. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/aedes-aegypti/monitoramento-das-arboviroses>>. Acesso em: 20 maio 2025.

_____. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. *Manual de Saneamento – 4. ed.* – Brasília : Funasa, 2015. 642 p. Disponível em: <<https://repositorio.funasa.gov.br/handle/123456789/541>> Acesso em: 12 abril 2025.

_____. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. *Manual de Saneamento – 5.ed.* Brasília: Funasa, 2019. 545 p. Disponível em: <<https://repositorio.funasa.gov.br/handle/123456789/506>> Acesso em: 13 abril 2025.

_____. Ministério da Saúde. *Vigilância e controle de zoonoses, arboviroses e combate a animais peçonhentos*. Programa Saúde com Agente Ebook 24. Brasília: 2023. 107 p. Disponível em: < <https://conasems-ava-prod.s3.sa-east-1.amazonaws.com/ava/aulas/material-complementar-disc-24-ace-1682426473.pdf>> Acesso em: 13 abril 2025.

_____. Ministério do Desenvolvimento Regional. *Curso a distância – Planos de Saneamento Básico. Módulo 1. O saneamento básico no Brasil: aspectos fundamentais*. Programa Nacional de Capacitação das Cidades. 2019a. 58 p

_____. Ministério do Desenvolvimento Regional. *Curso a distância – Planos de Saneamento Básico. Módulo 2. Fundamentos para elaboração de Planos de Saneamento Básico*. Programa Nacional de Capacitação das Cidades. 2019b. 38 p.

BUSS, P. M. *Uma introdução ao conceito de promoção da saúde*. (Artigo) pags.19 a 42. In: Czeresnia, Dina (org.). *Promoção da saúde: conceitos, reflexões, tendências*. 2. Ed. rev, e amp. / Rio de Janeiro. Editora Fiocruz, 2009. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=-UEqBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA19&dq=introdu%C3%A7%C3%A3o+a+saude+no+brasil&ots=CV79WtalLk&sig=2Cuv-LMAhsApKLQHBzPU-RnmsII#v=onepage&q=introdu%C3%A7%C3%A3o%20a%20saude%20no%20brasil&f=false>>. Acesso em: 01 maio 2025

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. *Introdução à Ciência da Geoinformação*. São José dos Campos: 2004. INPE. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em: 19 março 2025.

CAMARA, G.; MEDEIROS, C. *GIS para meio ambiente*. São José dos Campos: INPE,1998.

CAMARGO, I C. LIMA, V. S. C.; MARTINS, A. L. P.; CAMPOS, F. I.. *Saneamento básico: políticas públicas e qualidade de vida*. Revista Jurídica. v. 19 n. 1 (2019). p.154-176.

Disponível em:

<<https://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/revistajuridica/article/view/3749>> Acesso em: 12 abril 2025.

CARNAÚBA, A. A. E. 2021. [Título não fornecido no documento original]. [Informações adicionais não disponíveis].

CASTRO, J. D. B. *Anápolis: Desenvolvimento industrial e meio ambiente*. Anápolis: AEE, 2004.

CAVALCANTI, C. (org.). *Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Políticas Públicas*. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

DA LUZ, R. et al. *Sociodemographic and environmental factors associated with dengue, Zika and chikungunya in Brazil*. PLOS Neglected Tropical Diseases, 2021. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosntds/article?id=10.1371/journal.pntd.0011197>. Acesso em: __ 2026.

DEMOLINER, K. S.. *Água e saneamento básico: regimes jurídicos e marcos regulatórios no ordenamento brasileiro*. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2008.

DE SÁ, M. M.; ROBERTO, J. C. A. SOUTO, S. P. *Análise dos impactos do novo marco legal do saneamento na prestação de serviços de saneamento básico no Brasil*. Revista Observatório de La Economia Latino Americana. Curitiba, v.21, n.6, p. 3833-3854. 2023. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/670/426>. Acesso em: 13 abril 2025.

DE SOUZA JÚNIOR, J. D. *Análise do Saneamento Básico: Existe Universalidade no acesso de água e esgoto em Anápolis?* Brasília, 2019. 38 p. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/26136/1/2019_JoseDivinoDeSouzaJunior_tcc.pdf. Acesso em: 13 abril 2025.

EQUIPE DE DESENVOLVIMENTO DO QGIS, 2016. *Sistema de Informação Geográfica QGIS*. Projeto da Fundação Geoespacial de Código Aberto. Disponível em: <http://www.qgis.org> Acesso em: 18 novembro 2025.

FARIA, M. T. S., RIBEIRO, N. R. S., DIAS, A. P., GOMES, U. A. F., MOURA, P. M. *Saúde e saneamento: uma avaliação das políticas públicas de prevenção, controle e contingência das arboviroses no Brasil*. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 28, n. 6, p. 1767-1775, jun. 2023. DOI: 10.1590/1413-81232023286.07622022

FARIAS, R. S. S. *Perspectivas e Limites da Lei de Diretrizes Nacionais de Saneamento Básico: um estudo sobre a aplicação dos principais instrumentos e determinações da Lei n.º 11.445/07, nos municípios da Região Metropolitana de Belém-Pa*. São Paulo, 2011. Disponível em: file:///C:/Users/User/Desktop/Rodolfo/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Daniel/referencias/Tese_Final_Revisada_Rosa_Farias_2011.pdf. Acesso em: 24 abril 2025. FERREIRA, H. *Anápolis, sua vida seu povo*. Brasília: editora senado Federal. 1981.

FIGUEIREDO, M. *O saneamento básico e o direito – uma visão dos principais problemas Jurídicos*. In: WAGNER JÚNIOR, L. G. C. (Coord.). *Direito público: estudos em Homenagem ao Professor Adilson Abreu Dallari*. Belo Horizonte: Del Rey, 2004, p. 511-521.

FREITAS, R. *Anápolis: Passado e Presente*. Anápolis: Voga, 1995.

FREITAS, R. V. *O marco regulatório do saneamento básico e a defesa do meio ambiente*. Boletim de direito administrativo. São Paulo: agosto de 2009. v. 25, n. 8, p. 902-916.

GALVÃO JUNIOR, A. C.; TUROLLA, F. A.; PAGANINI, W. S. *Viabilidade da regulação subnacional dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário sob a lei 11.445/2007*. Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, V. 13, n. 2, p. 134, abr./jun. 2008.

GOIÁS. *Lei n.º 6.680, de 13 de setembro de 1967*. Disponível em: <http://www.gabinetecivil.go.gov.br/leis_ordinarias/1967/lei_6680.htm>. Acesso em: 10 março 2025.

_____. *Lei n.º 14.939, de 5 de setembro de 2004*. Disponível em: <http://www.gabinetecivil.goias.gov.br/leis_ordinarias/2004/lei_14939.htm>. Acesso em: 10 março 2025.

_____. *Lei n.º 19.453, de 16 de setembro de 2016*. Disponível em: <http://www.gabinetecivil.goias.gov.br/leis_ordinarias/2016/lei_19453.htm>. Acesso em: 10 março 2025.

_____. SECRETARIA ESTADUAL DE SAÚDE DE GOIÁS. *Plano Estadual de Saúde 2024-2027*. Disponível em: <<https://goias.gov.br/saude/wp-content/uploads/sites/34/files/instrumentos-de-planejamento/pes/pes-2024-2027.pdf>> Acesso em: 20 maio 2025.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. da. *Saneamento básico*. Instituto de Tecnologia, UFRJ, 2007. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf>> Acesso em: 19 março 2025

GUIMARÃES, R. M.; ASMUS, C.; OLIVEIRA, S. A.; MAZOTO, M.L. *Acesso ao saneamento básico e a internação por doença diarreica aguda: um estudo da vulnerabilidade infantil*. Revista de Salud Ambiental 2013; 13:22-9.

HELLER L. *Saneamento e saúde*. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde/Organização Mundial da Saúde; 1997.

HOHMANN A. C. *C Regulação e Saneamento na Lei Federal nº 11.445/07*. Revista Jurídica da Procuradoria Geral do Estado do Paraná, Curitiba, n. 3, p. 211-244, 2012. Disponível em: <https://www.pge.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2019-10/2012-09Artigo_8_Regulacao_e_saneamento.pdf>. Acesso em 14 abril 2025.

IAS – Instituto Água e Saneamento. 2025. Disponível em: <<https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/go/anapolis>>. Acesso em: 14 abril 2025.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Demográfico 1991*, 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/censos>>. Acesso em: 17 setembro 2024.

_____. *Censo 2022* Disponível em:
<<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/22827-censo-demografico-2022.html>>
Acesso em: 14 abril 2025.

_____. *Crescimento Populacional*. Disponível
em:<https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/?utm_source=ibge&utm_medium=home&utm_campaign=portal>. Acesso em: 22 agosto 2024.

_____. *Território e Ambiente*. Disponível em:
<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/anapolis/panorama>>. Acesso em: 22 agosto 2024.

IOC – Instituto Oswaldo Cruz. *Dengue: vírus e vetor*. Fundação Oswaldo Cruz, 2024.
Disponível em: <<https://www.ioc.fiocruz.br/dengue/index.html>>. Acesso em: 19 out. 2024.

INSTITUTO TRATA BRASIL. *Ranking do Saneamento do Instituto Trata Brasil de 2024 (SNIS 2022)*. 20 de março de 2024. Disponível em: <<https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2024/04/Relatorio-Completo-Ranking-do-Saneamento-de-2024-TRATA-BRASIL-GO-ASSOCIADOS.pdf>> Acesso em: 14 abril 2025.

JULIUS PROJECT TEAM. *Julius: speech recognition engine, versão 4.6*. Disponível em:
<<https://julius.ai>>. Acesso em: 18 novembro 2025.

KAMAL, A. S. M. M.; AL-MONTAKIM, M. N.; HASAN, M. A.; MITU, M. M. P.; GAZI, M. Y.; UDDIN, M. M.; MIA, M. B. *Relationship between urban environmental components and dengue prevalence in Dhaka City — an approach of spatial analysis of satellite remote sensing, hydro-climatic, and census dengue data*. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 20, n. 5, p. 3858, 2023. doi: 10.3390/ijerph20053858.

KAWAMOTO, M. T. *Análise de técnicas de distribuição espacial com padrões pontuais e aplicação a dados de sinistros de trânsito e a dados de dengue de Rio Claro-SP*. 2012. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu: Botucatu, SP. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/items/7bc33291-7a83-487e-8ce5-b97d91fa9252>>. Acesso em: 16 julho 2024.

KRONENBERGER, D. M. P.; PEREIRA, R. S.; FREITAS, E. A. V.; SCARCELLO, J. A.; CLEVERÁRIO JUNIOR J. *Saneamento e meio ambiente*. In: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Atlas de saneamento 2011. Disponível em:
<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento/default_zip.shtm>
Acesso em: 16 abril 2025.

LAHOZ, R. A. L.; DUARTE, F. C. *A universalização do serviço público de saneamento básico e a efetividade do diretor fundamental à saúde*. Revista do Programa de Pós-Graduação em Direito da UFC, Recebido em 07 dez. 2014. Págs. 329 – 343. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/21697/1/2015_art_rallahoz.pdf> Acesso em 21 maio 2025.

LEITE, C.H. P.; MOITA NETO, J. M.; BEZERRA, A. K. L. *Novo marco legal do saneamento básico: alterações e perspectivas*. Revista Eng Sanit Ambient | v.27 n.5 | set/out 2022 | 1041-1047. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-415220210311>>. Acesso em: 12 abril 2025.

LOURENÇO, L. F. A. *Saúde e saneamento ambiental* (Série Universitária). São Paulo: Editora Senac, 2019. 328 p.

LOWE, R. et al. *Climate, urbanization and dengue risk: evidence from the Caribbean*. Journal of Infectious Diseases, 2018.

LUZARDO, A. J. R.; CASTANEDA FILHO, R. M.; RUBIM, I. B. *Análise espacial exploratória com emprego do índice de Moran*. Geografia, v. 19, n. 40, p. 161 - 179, 5 out. 2017.

MAFRA F. *O impacto da atenção básica em saúde em indicadores de internação hospitalar no Brasil*. Brasília: Universidade de Brasília; 2010. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE Diretoria de Pesquisas Coordenação de População e Indicadores Sociais Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2022.

MORAES, M. A. de S. *Dos primeiros tempos da saúde pública em Goiás à Faculdade de Medicina*. 2012. Goiânia: Cênone editorial. 1º edição. 342 p.

MOREIRA, P. P. T. *Diagnóstico Urbano da Infraestrutura de Saneamento Básico da Cidade de Anápolis, GO: Subsídios Para Políticas Públicas*. Programa de Pós graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente da UniEvangélica. 2015. Disponível em: <<http://repositorio.aee.edu.br/jspui/bitstream/aee/252/1/Paula%20Patr%20c3%adcia%20Tavares%20Moreira.pdf>> Acesso em 12 abril 2025.

OLIVEIRA, C. U.; OLIVEIRA, P. S. *Mapas de Kernel como Subsídio à Gestão Ambiental: Análise dos Focos de Calor na Bacia Hidrográfica do Rio Acaraú, Ceará, nos Anos 2010 a 2015*. Espaço Aberto, PPGG - UFRJ, Rio de Janeiro, V. 7, N.1, p. 87-99. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6120679>. Acesso em: 05 dezembro 2025.

OLIVEIRA, J. F., RODRIGUES, M. S., SKALINSKI, L.M., SANTOS, A. E. S., COSTA, L. C., CARDIM, L. L. *Interdependência entre casos confirmados e descartados de dengue, chikungunya e vírus Zika no Brasil: uma análise multivariada de séries temporais*. PLoS One 15 (2). 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). *Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6: Água potável e saneamento*. 2023. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/6>>. Acesso em: 11 abril 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). *The World's Cities in 2018*. Disponível em: <https://www.un.org/en/events/citiesday/assets/pdf/the_worlds_cities_in_2018_data_booklet.pdf>. Acesso em: 04 setembro 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). *World Population Prospects 2024*. United Nations. Disponível em: ><https://www.un.org/development/desa/pd/content/world-population-prospects-2024>>. Acesso em: 04 setembro 2024.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS). *Constituição da Organização Mundial da Saúde*. 1948. Disponível em: <<https://www.who.int/about/governance/constitution>>. Acesso em: 11 abril 2025.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *The World Health Report 2007: A Safer Future: Global Public Health Security in the 21st Century*. Genebra, Suécia, 2007. Disponível em: <<https://www.who.int/whr/2007/en/>>. Acesso em: 05 setembro 2024.

PINOTTI, J. A. *Saúde no Brasil: provocações e reflexões*. Brasília, DF: CONASS, 2019. Disponível em: <<https://docs.bvsalud.org/biblioref/2020/08/1116925/saude-no-brasil.pdf>> Acesso em: 19 maio 2025.

PINTO, A. M.; RIBAS, L. M. Novo Marco Legal do Saneamento Básico: uma contribuição para a efetividade do direito à água potável e ao saneamento no Brasil. *Revista Auditorium*, Rio de Janeiro, v. 26, n. 55, p. 84-119, jul./out. 2022. Disponível em: <<https://lexcultccjf.trf2.jus.br/index.php/revistasjrj/article/view/641/414>>. Acesso em: 12 abril 2025.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, F. *Metodologia do Trabalho Científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. Feevale, p.126-127,2013. PREFEITURA MUNICIPAL DE ANÁPOLIS/SEMPGAF. Goiás, 2004, p.124.

QUEIROZ, J. T. M., SILVA, P. N., HELLER, L. *Novos pressupostos para o saneamento no controle de arboviroses no Brasil*. *Cad Saude Publica* 2020; 36(4):e00233719.

Relatório Anual de Gestão – RAG/2024 da Secretaria de Estado da Saúde de Goiás, 2025. Disponível em: <<https://goias.gov.br/saude/wp-content/uploads/sites/34/instrumentos-de-planejamento/2025/RAG-2024.pdf>> Acesso em: 20 maio 2025.

REZENDE, S. C.; HELLER, L. *O Saneamento no Brasil: políticas e interfaces*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002. 310 p.

RODRIGUES, C. F.M.; RODRIGUES, V. S.; NERES, J. C. I.; GUIMARÃES, A. P. M.; NERES, L. L. F. G.; CARVALHO, A. V.. *Desafios da saúde pública no Brasil: relação entre zoonoses e saneamento*. *Scire Salutis*, v.7, n.1, p.27-37, 2017. Disponível em: <<http://doi.org/10.6008/SPC2236-9600.2017.001.0003>> Acesso em 14 abril 2025.

ROSEN, G. *Uma história da saúde pública*. 3ª ed.. São Paulo: Hucitec, 2006.

RUBINGER, S.D. *Desvendando o conceito de saneamento no Brasil: uma análise da percepção da população e do discurso técnico contemporâneo*. 2008. 197 f. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/ENGD-7HAK2H/1/528m.pdf>> Acesso em: 16 abril 2025.

SANEAGO. *Institucional*. Disponível em: <<https://www.saneago.com.br/2016/#institucional>>. Acesso em: 20 maio 2025.

_____. *Saneamento de Goiás S/A: Atualizada em 16 de Agosto de 2018*. 2016. Disponível em: <<http://www.saneago.com.br/2016/arquivos/ApresentacaoInstitucional.pdf>>. Acesso em: 20 junho 2025.

_____. *Apresentação Institucional 2025*. Disponível em: <<https://ri.saneago.com.br/Download.aspx?Arquivo=w8zRcg+bkgEroHJYP+oeZg==&linguagem=pt>> Acesso em: 14 abril 2025.

_____. *Relatório Anual de Saneamento Básico*. Disponível em: <<http://www.saneago.com.br>>. Acesso em: 21 agosto 2024.

_____. Saneamento de Goiás S.A. *Relatório de Gestão 2024/2025*.

SANTOS, D. F., MENDES, T. A., MOREIRA, P. A. G. *Influência de determinantes socioeconômicos, ambientais e demográficos na distribuição espacial da dengue*. *Gestão e Sustentabilidade Ambiental*, Florianópolis, v. 9, n. 2, p. 414-432, abr./jun. 2020. DOI: 10.19177/rgsa.v9e220414-432.

SBP, 2025. Sociedade Brasileira de Parasitologia. *Glossário*. Disponível em: <https://www.parasitologia.org.br/conteudo/view?ID_CONTEUDO=432> Acesso em: 22 maio 2025.

SES-GO, SECRETARIA ESTADUAL DE SAÚDE DE GOIÁS. *Plano Estadual de Saúde 2024-2027*. Disponível em: <<https://goias.gov.br/saude/wp-content/uploads/sites/34/files/instrumentos-de-planejamento/pes/pes-2024-2027.pdf>> Acesso em: 20 maio 2025.

SILVA, P. H. F.; BARBOSA, L. M. *Emerging arboviruses associated with water, sanitation and socio-economic conditions*. *Cadernos de Saúde Pública*, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/YCXNkzcfS9LNK7JWdFvfFtB/?lang=en>. Acesso em: __ 2026.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Básico. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programa/saneamento/snis>. Acesso em: 21 agosto 2024.

SOUSA, A. C. A. *O que esperar do novo marco do saneamento?* *Cad. Saúde Pública* 2020; 36(12):e00224020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/csp/a/S4RRsCRpr4XqGYwzCh5gnwz/?lang=pt&format=pdf>> Acesso em: 12 abril 2025.

SOUZA, R. C. *Geografia da Saúde em Anápolis (GO): Aplicativo Mosquito Control como uma contribuição para o controle da dengue*. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Goiás. 2019. Disponível em: <[https://www.bdtd.ueg.br/bitstream/tede/357/2/Disserta%
c3%a7%c3%a3o_Rafaela_Cristina_Souza.pdf](https://www.bdtd.ueg.br/bitstream/tede/357/2/Disserta%c3%a7%c3%a3o_Rafaela_Cristina_Souza.pdf)>. Acesso em: 19 abril 2025.

STEWART-IBARRA, A. M. et al. *Spatial pattern analysis of dengue incidence in tropical cities*. *International Journal of Health Geographics*, 2013.

SUBISSI, L., DAUDENS-VAYSSE, E., CASSADOU, S., LEDRANS, M., BOMPARD, P., GUSTAVE, J. *Revisão das taxas de infecção assintomática pelo vírus Zika com base em dados de vigilância sentinela dos Territórios Ultramarinos Franceses*. *Int. J. Infect. Dis.* 65, 116–118. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijid.2017.10.009>> Acesso em: 19 abril 2025.

TEIXEIRA, J. C., GOMES, M. H. R.; SOUZA, J. A. *Associação entre cobertura por serviços de saneamento e indicadores epidemiológicos nos países da América Latina: estudos com*

dados secundários. Rev Panam Salud Pública 2012; 32:419-25.

TEIXEIRA, J. C.; GUILHERMINO, R. L. *Análise da associação entre saneamento e saúde nos estados brasileiros, empregando dados secundários do banco de dados Indicadores e Dados Básicos para a Saúde – IDB 2003*. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental 2006; 11:277-82.

TEIXEIRA, J.C.; PUNGIRUM, M. E. M. C. *Análise da associação entre saneamento e saúde nos países da América Latina e do Caribe, empregando dados secundários do banco de dados da Organização Pan-Americana de Saúde - OPAS*. Revista Brasileira de Epidemiologia, São Paulo, v. 8, n. 4, p. 365-76, 2005.

ANEXO A: Procedimento de Coleta de dados no SINAN

Os parágrafos a seguir descrevem o procedimento adotado para a extração de dados no portal do DATASUS, utilizando o sistema TABNET. Este roteiro pode servir de referência para outros pesquisadores que busquem indicadores epidemiológicos e acompanhamento de casos de doenças, por meio do aplicativo TabWin.

Para a coleta de dados gerais de saúde, deve-se acessar o site (<http://datasus.saude.gov.br>). No portal, clique na aba “TabWin”, depois em “Transferência de Arquivo”. Selecione a opção “Aplicativos TABWIN/TABNET – Ferramentas para Tabulação de Dados”, escolha o programa “TABWIN – Tabulador de Dados para Windows”, clique em “Enviar” e realize o download do arquivo. O conteúdo será salvo em uma pasta compactada, normalmente nomeada como TAB415.

No caso desta pesquisa os dados de saúde foram específicos para arboviroses. Para acessá-los é necessário entrar no site do DATASUS, clicar na aba “TabWin” e selecionar a opção SINAN. Na aba de dados deve-se escolher o tipo da doença e o ano de interesse. Para o estudo, selecionou-se a categoria DENG – Dengue, com dados referentes ao ano de 2024. No entanto, vale destacar que as informações estão disponíveis apenas em nível nacional (Brasil), sem desagregação por estados ou municípios. O arquivo, ao ser baixado, é salvo em uma pasta compactada com o nome DENGBR, contendo os registros no formato dbc.

O mesmo procedimento pode ser repetido para outras doenças como Zika, Chikungunya, Oropouche e Febre Amarela.

Para a identificação das unidades de saúde, utilizou-se o mesmo caminho no site do DATASUS. Na opção “Transferência de Arquivo”, deve-se selecionar CNES – Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde. Em seguida, clique na aba “Dados”, escolha a opção ST – Estabelecimentos, defina o ano, mês e estado desejado, e por fim, realize o download do arquivo correspondente.

Para o tratamento dos dados relacionados a logradouros e bairros, adotou-se um procedimento de análise distinto. Os dados, inicialmente em formato .dbf, foram convertidos para o formato Excel, com o auxílio da plataforma Geoapify. O Google Earth também foi utilizado com o auxílio de python para encontrar os locais de interesse. Procedeu-se ainda ao cruzamento dos dois e, em sequência, realizou-se a verificação manual dos logradouros não encontrados através do Google Earth e maps, o que possibilitou a obtenção das coordenadas geográficas de cada registro, posteriormente lançadas no QGIS.

O refinamento dos dados foi essencial para garantir a confiabilidade dos resultados.

Entre as etapas realizadas, destacam-se: a padronização das variáveis, a remoção de acentuação, a conversão de dados numéricos para coordenadas, bem como a correção ou exclusão de registros com informações incompletas ou inconsistentes. Essas ações permitiram o início adequado da geoespacialização.

A análise exploratória dos dados extraídos foi um processo trabalhoso e determinante para a pesquisa. Devido ao grande volume de registros de arboviroses em nível nacional, a conversão dos arquivos de formato .dbf para .xls (utilizado no Excel) excedia os limites de linhas e colunas suportados pelo programa. Isso exigiu a reorganização e a limitação dos dados, restringindo-os à área de estudo.

Os registros obtidos com base em logradouros e bairros apresentaram um percentual mais elevado de erros em comparação aos dados vinculados diretamente às unidades de saúde. Esse resultado era esperado, uma vez que o preenchimento mais detalhado aumenta a possibilidade de inconsistências.

Vale mencionar que a ficha de investigação do SINAN, apresentada no Anexo I, possui diversos dados para serem preenchidos na validação do atendimento, entretanto, nem todos os dados estão disponíveis, por exemplo, dados sobre as residências. Devido à ausência desse dado em específico, foi considerada inicialmente como referência na pesquisa a unidade de saúde na qual foram registrados os casos, adotando o fato de que, normalmente, o paciente procura o atendimento mais próximo de sua residência, e que as UBS (Unidades Básicas de Saúde) atendem somente aos pacientes da região.

Os itens que subdividem a ficha de investigação apresentada no Anexo I estão divididos em dados gerais, notificação individual, dados da residência, investigação, dados clínicos, dados laboratoriais, hospitalização, conclusão e dados clínicos graves.

O sistema apresentará as opções de preenchimento relacionadas à descrição da unidade de saúde, nome do município, UF, código do município, doenças, agravos notificação/conclusão, data da investigação, classificação final, critério de confirmação/descarte, local provável da fonte de infecção, evolução do caso, data do óbito, data do encerramento, tipo de notificação, agravo/doença, nome do agravo notificado, data da notificação, data do preenchimento da notificação, município de notificação, onde está localizada a Unidade de Saúde (ou outra fonte notificadora), unidade de Saúde, data do diagnóstico, nome do paciente, data de nascimento ou idade, sexo, gestante, raça/cor, escolaridade, número do cartão do SUS, nome da mãe, UF, município de residência, bairro, logradouro, número, complemento e telefone, país, classificação operacional, modo de entrada,

data do início do tratamento, tipo de saída, data da alta, notificação/investigação, avaliação do grau de incapacidade física no diagnóstico, sinais clínicos, doenças pré-existentes, sorologia, exames PRNT e NS1, isolamento, histopatologia, imuno-histoquímica, sangramento grave e comprometimento de órgãos.

ANEXO B: Formulário SINAN

SINAN

República Federativa do Brasil
Ministério da Saúde

SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO

FICHA DE INVESTIGAÇÃO DENGUE E FEBRE DE CHIKUNGUNYA Nº

Caso suspeito de dengue: pessoa que viva ou tenha viajado nos últimos 14 dias para área onde esteja ocorrendo transmissão de dengue ou tenha presença de *Ae. aegypti* que apresente febre, usualmente entre 2 e 7 dias, e apresente duas ou mais das seguintes manifestações: náuseas, vômitos, exantema, mialgias, cefaléia, dor retroorbital, petéquias ou prova do laço positiva e leucopenia.

Caso suspeito de Chikungunya: febre de início súbito e artralgia ou artrite intensa com início agudo, não explicado por outras condições, que resida ou tenha viajado para áreas endêmicas ou epidêmicas até 14 dias antes do início dos sintomas, ou que tenha vínculo epidemiológico com um caso importado confirmado.

Dados Gerais	1 Tipo de Notificação 2 - Individual	2 Agravo/doença 1- DENGUE 2- CHIKUNGUNYA <input type="checkbox"/> Código (CID10) A 90 A 92	3 Data da Notificação	
	4 UF	5 Município de Notificação	Código (IBGE)	
	6 Unidade de Saúde (ou outra fonte notificadora)	Código	7 Data dos Primeiros Sintomas	
Notificação Individual	8 Nome do Paciente	9 Data de Nascimento		
	10 (ou) Idade <input type="checkbox"/> 1- Hora <input type="checkbox"/> 2- Dia <input type="checkbox"/> 3- Mês <input type="checkbox"/> 4- Ano <input type="checkbox"/>	11 Sexo M - Masculino <input type="checkbox"/> F - Feminino <input type="checkbox"/> 1- Ignorado <input type="checkbox"/>	12 Gestante 1-1º Trimestre <input type="checkbox"/> 2-2º Trimestre <input type="checkbox"/> 3-3º Trimestre <input type="checkbox"/> 4- Não se aplica <input type="checkbox"/> 5- Não <input type="checkbox"/> 6- Não se aplica <input type="checkbox"/> 9- Ignorado <input type="checkbox"/>	13 Raça/Cor 1- Branco <input type="checkbox"/> 2- Preta <input type="checkbox"/> 3- Amarela <input type="checkbox"/> 4- Parda <input type="checkbox"/> 5- Indígena <input type="checkbox"/> 9- Ignorado <input type="checkbox"/>
	14 Escolaridade 0- Analfabeto <input type="checkbox"/> 1- 1ª a 4ª série incompleta do EF (antigo primário ou 1º grau) <input type="checkbox"/> 2- 4ª série completa do EF (antigo primário ou 1º grau) <input type="checkbox"/> 3- 5ª a 8ª série incompleta do EF (antigo ginásio ou 1º grau) <input type="checkbox"/> 4- Ensino fundamental completo (antigo ginásio ou 1º grau) <input type="checkbox"/> 5- Ensino médio incompleto (antigo colegial ou 2º grau) <input type="checkbox"/> 6- Ensino médio completo (antigo colegial ou 2º grau) <input type="checkbox"/> 7- Educação superior incompleta <input type="checkbox"/> 8- Educação superior completa <input type="checkbox"/> 9- Ignorado <input type="checkbox"/> 10- Não se aplica <input type="checkbox"/>	15 Número do Cartão SUS	16 Nome da mãe	
Dados de Residência	17 UF	18 Município de Residência	Código (IBGE)	19 Distrito
	20 Bairro	21 Logradouro (rua, avenida, ...)	Código	
	22 Número	23 Complemento (apto., casa, ...)	24 Geo campo 1	
	25 Geo campo 2	26 Ponto de Referência	27 CEP	
	28 (DDD) Telefone	29 Zona 1 - Urbana <input type="checkbox"/> 2 - Rural <input type="checkbox"/> 3 - Periurbana <input type="checkbox"/> 9 - Ignorado <input type="checkbox"/>	30 País (se residente fora do Brasil)	
Dados clínicos e laboratoriais				
Inv.	31 Data da Investigação	32 Ocupação		
Dados e clínicos	33 Sinais clínicos 1-Sim 2- Não	<input type="checkbox"/> Febre <input type="checkbox"/> Cefaléia <input type="checkbox"/> Vômito <input type="checkbox"/> Dor nas costas <input type="checkbox"/> Artrite <input type="checkbox"/> Petéquias <input type="checkbox"/> Prova do laço positiva <input type="checkbox"/> Mialgia <input type="checkbox"/> Exantema <input type="checkbox"/> Náuseas <input type="checkbox"/> Conjuntivite <input type="checkbox"/> Artralgia intensa <input type="checkbox"/> Leucopenia <input type="checkbox"/> Dor retroorbital		
	34 Doenças pré-existentes 1-Sim 2- Não	<input type="checkbox"/> Diabetes <input type="checkbox"/> Hepatopatias <input type="checkbox"/> Hipertensão arterial <input type="checkbox"/> Doenças auto-imunes <input type="checkbox"/> Doenças hematológicas <input type="checkbox"/> Doença renal crônica <input type="checkbox"/> Doença ácido-péptica		
Dados laboratoriais	Sorologia (IgM) Chikungunya		Exame PRNT	
	35 Data da Coleta da 1ª Amostra (S1)	36 Data da Coleta da 2ª Amostra (S2)	37 Data da Coleta	38 Resultado S1 <input type="checkbox"/> S2 <input type="checkbox"/> PRNT <input type="checkbox"/> 1 - Reagente 2 - Não Reagente 3 - Inconclusivo 4 - Não Realizado
	Sorologia (IgM) Dengue		Exame NS1	
	39 Data da Coleta	40 Resultado 1- Positivo <input type="checkbox"/> 2- Negativo <input type="checkbox"/> 3- Inconclusivo <input type="checkbox"/> 4 - Não realizado <input type="checkbox"/>	41 Data da Coleta	42 Resultado 1- Positivo <input type="checkbox"/> 2- Negativo <input type="checkbox"/> 3- Inconclusivo <input type="checkbox"/> 4 - Não realizado <input type="checkbox"/>
	43 Isolamento Data da Coleta	44 Resultado 1 - Positivo <input type="checkbox"/> 2 - Negativo <input type="checkbox"/> 3 - Inconclusivo <input type="checkbox"/> 4 - Não Realizado <input type="checkbox"/>	45 RT-PCR Data da Coleta	46 Resultado 1 - Positivo <input type="checkbox"/> 2 - Negativo <input type="checkbox"/> 3 - Inconclusivo <input type="checkbox"/> 4 - Não Realizado <input type="checkbox"/>
47 Sorotipo 1- DENV 1 <input type="checkbox"/> 2- DENV 2 <input type="checkbox"/> 3- DENV 3 <input type="checkbox"/> 4- DENV 4 <input type="checkbox"/>	48 Histopatologia 1- Compatível <input type="checkbox"/> 2- Incompatível <input type="checkbox"/> 3- Inconclusivo <input type="checkbox"/> 4 - Não realizado <input type="checkbox"/>	49 Imunohistoquímica 1- Positivo <input type="checkbox"/> 2- Negativo <input type="checkbox"/> 3- Inconclusivo <input type="checkbox"/> 4 - Não realizado <input type="checkbox"/>		

Hospitalização	60 Ocorreu Hospitalização? 1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado <input type="checkbox"/>	61 Data da Internação	62 UF	63 Município do Hospital	Código (IBGE)
	64 Nome do Hospital	Código	65 (DDD) Telefone		

Condicionário	Local Provável de Infecção (no período de 15 dias)				
	66 O caso é autóctone do município de residência? 1-Sim 2-Não 3-Indeterminado <input type="checkbox"/>	67 UF	68 País		
	69 Município	Código (IBGE)	60 Distrito	61 Bairro	
	62 Classificação 5- Descartado 10- Dengue 11- Dengue com Sinais de Alarme 12- Dengue Grave 13- Chikungunya	63 Critério de Confirmação/Decoarte 1 - Laboratório 2 - Clínico-Epidemiológico 3-Em Investigação <input type="checkbox"/>	64 Apresentação clínica 1- Aguda 2- Crônica <input type="checkbox"/>		
65 Evolução do Caso <input type="checkbox"/> 1-Cura 2- Óbito pelo agente 3- Óbito por outras causas 4-Óbito em investigação 9-Ignorado	66 Data do Óbito	67 Data do Encerramento			

Preencher os sinais clínicos para Dengue com Sinais de Alarme e Dengue Grave

Dados Clínicos - Dengue com Sinais de Alarme e Dengue Grave	68 Dengue com sinais de alarme <input type="checkbox"/> 1-Sim 2- Não	<input type="checkbox"/> Vômitos persistentes	<input type="checkbox"/> Aumento progressivo do hematócrito	69 Data de início dos sinais de alarme:
	<input type="checkbox"/> Hipotensão postural e/ou hipotímia	<input type="checkbox"/> Dor abdominal intensa e contínua	<input type="checkbox"/> Hepatomegalia >= 2cm	
	<input type="checkbox"/> Queda abrupta de plaquetas	<input type="checkbox"/> Letargia ou irritabilidade	<input type="checkbox"/> Acúmulo de líquidos	
70 Dengue grave 1-Sim 2- Não	Extravasamento grave de plasma:		Sangramento grave:	
<input type="checkbox"/> Pulso débil ou indetectável	<input type="checkbox"/> Taquicardia	<input type="checkbox"/> Hematêmese	<input type="checkbox"/> Metrorragia volumosa	
<input type="checkbox"/> PA convergente <= 20 mmHg	<input type="checkbox"/> Extremidades frias	<input type="checkbox"/> Melena	<input type="checkbox"/> Sangramento do SNC	
<input type="checkbox"/> Tempo de enchimento capilar	<input type="checkbox"/> Hipotensão arterial em fase tardia	Comprometimento grave de órgãos:		
<input type="checkbox"/> Acúmulo de líquidos com insuficiência respiratória		<input type="checkbox"/> AST/ALT > 1.000	<input type="checkbox"/> Miocardite	<input type="checkbox"/> Alteração da consciência
71 Data de início dos sinais de gravidade:		<input type="checkbox"/> Outros órgãos, especificar:		

Informações complementares e observações

Observações Adicionais

Investigador	Município/Unidade de Saúde	Cód. de Unid. de Saúde	
	Nome	Função	Assinatura