

UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE – UNIVILLE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E MEIO AMBIENTE

**COEXISTÊNCIA ENTRE OS MOSQUITOS *AEDES AEGYPTI* (LINNAEUS, 1762) E
AEDES ALBOPICTUS (SKUSE, 1894) E SUA RELAÇÃO COM A INCIDÊNCIA DE
DENGUE EM JOINVILLE/SC ENTRE OS ANOS DE 2007 E 2024.**

**COEXISTENCE BETWEEN THE MOSQUITOES *AEDES AEGYPTI* (LINNAEUS,
1762) AND *AEDES ALBOPICTUS* (SKUSE, 1894) AND THEIR RELATIONSHIP
WITH DENGUE INCIDENCE IN JOINVILLE, SANTA CATARINA, BRAZIL,
BETWEEN 2007 AND 2024.**

**COEXISTENCIA ENTRE LOS MOSQUITOS *AEDES AEGYPTI* (LINNAEUS, 1762)
Y *AEDES ALBOPICTUS* (SKUSE, 1894) Y SU RELACIÓN CON LA INCIDENCIA
DEL DENGUE EN JOINVILLE/SC ENTRE LOS AÑOS 2007 Y 2024.**

SAULO VICENTE ROCHA
PROFESSORA DOUTORA THEREZINHA MARIA NOVAIS DE OLIVEIRA

Joinville – SC
2025

SAULO VICENTE ROCHA

**COEXISTÊNCIA ENTRE OS MOSQUITOS *AEDES AEGYPTI* (LINNEAUS, 1762) E
AEDES ALBOPICTUS (SKUSE, 1894) E SUA RELAÇÃO COM A INCIDÊNCIA DE
DENGUE EM JOINVILLE/SC ENTRE OS ANOS DE 2007 E 2024.**

Projeto de Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde e Meio Ambiente, Mestrado em Saúde e Meio Ambiente, da Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE), como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Saúde e Meio Ambiente. Orientadora: Professora Doutora Therezinha Maria Novais de Oliveira.

Joinville – SC

2025

Catálogo na publicação pela Biblioteca Universitária da Univille

R672c Rocha, Saulo Vicente
Coexistência entre os mosquitos *Aedes Aegypti* (Linnaeus, 1972) e *Aedes Albopictus* (Skuse, 1894) e sua relação com a incidência de dengue em Joinville/SC entre os anos de 2007 e 2024 / Saulo Vicente Rocha ; orientadora Dra. Therezinha Maria Novais de Oliveira. – Joinville: UNIVILLE, 2025.

134 f.

Dissertação (Mestrado em Saúde e Meio Ambiente – Universidade da Região de Joinville)

1. Dengue. 2. *Aedes aegypti*. 3. *Aedes albopictus*. 4. Saúde pública – Joinville (SC). I. Oliveira, Therezinha Maria Novais de (orient.). II. Título.

CDD 616.921

Elaborada por Tatiane Cristina Gheno – CRB-14/1416

Termo de Aprovação

“Coexistência entre os Mosquitos *Aedes Aegypti* (LINNEAUS, 1762) com *Aedes Albopictus* (SKUSE, 1894) e sua Relação com a Incidência de Dengue em Joinville/SC entre os Anos de 2007 e 2024”

por

Saulo Vicente Rocha

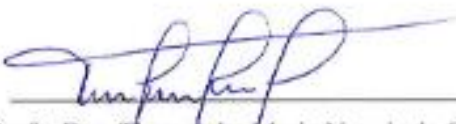
Banca Examinadora:

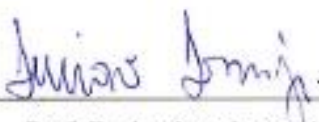
Profa. Dra. Therezinha Maria Novais de Oliveira
Orientadora (UNIVILLE)

Prof. Dr. Jose Joaquin Carvajal Cortes
(ILMD/Fiocruz)

Prof. Dr. Helbert do Nascimento Lima
(UNIVILLE)

Dissertação julgada para a obtenção do título de Mestre em Saúde e Meio Ambiente, área de concentração Saúde e Meio Ambiente e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente.



Profa. Dra. Therezinha Maria Novais de Oliveira
Orientadora (UNIVILLE)

Prof. Dr. Luciano Lorenzi
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente

Joinville, 05 de dezembro de 2025

O MOSQUITO

*Parece mentira
De tão esquisito:
Mas sobre o papel
O feio mosquito
Fez sombra de lira!*

Vinícius de Moraes
Montevideu, 1959

DEDICATÓRIA

Dedico esta pesquisa às famílias que enfrentaram os impactos da dengue, cuja dor silenciosa inspira a busca por respostas, soluções e caminhos mais justos em saúde.

Também aos profissionais da saúde que enfrentam diariamente os desafios da vigilância, prevenção e controle, muitas vezes em contextos marcados por limitações e adversidades.

Que este estudo, ao interpretar dados e sistematizar experiências, contribua para preservar parte da trajetória da Vigilância Ambiental de Joinville, promovendo novas reflexões, subsidiando pesquisas futuras e fortalecendo as ações de monitoramento e controle de arboviroses urbanas.

AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos são a parte não técnica deste trabalho e revelam o contexto vivido ao longo da pesquisa, reconhecendo pessoas e instituições que contribuíram para sua realização.

Minha trajetória iniciou em 2015, com o convite da coordenadora Nicole dos Anjos para integrar a Vigilância Ambiental, contando desde então com o apoio de Henrique Deckmann, Ana Alice Borba, Anderson Silva e Emerson Brites da Maia.

Manifesto meus sinceros agradecimentos a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desta pesquisa.

À Vigilância Ambiental de Joinville, aos Agentes de Combate a Endemias, aos demais profissionais envolvidos e aos gestores Anderson Silva e Emerson Maia, pelo constante incentivo, parceria institucional e compromisso com a vigilância em saúde.

Reconheço a relevante atuação da Vigilância Epidemiológica Municipal, da Unidade de Gestão Estratégica/INOVA e da Diretoria de Vigilância Epidemiológica de Santa Catarina (DIVE/SC), pela organização, sistematização e disponibilização das informações que subsidiaram este estudo.

Ao então Secretário de Saúde Jean Rodrigues e ao diretor Mario José Bruckheimer, agradeço pelo incentivo e apoio à realização de pesquisas voltadas ao enfrentamento da dengue no município.

À bióloga Silmara Costa da Silva, registro minha profunda gratidão pela parceria, dedicação e presença constante ao longo de todo o processo de construção desta pesquisa.

Às equipes do Instituto Leônidas e Maria Deane – ILMD/Fiocruz Amazônia (Prof. Dr. Sergio Luiz Bessa Luz, Prof. Dr. José J. C. Cortes e Samylla S. S. Soares) e do projeto INFODENGUE – Fiocruz Rio de Janeiro (Sara de Souza Oliveira, Prof.^a Dra. Cláudia Codeço, Prof. Dr. Oswaldo Gonçalves Cruz, Prof. Dr. Flavio Codeço Coelho, Dr. Leon D. Alves e Dra. Thais Riback), agradeço pela colaboração científica, trocas de conhecimento e contribuições técnicas fundamentais ao desenvolvimento do trabalho.

À UNIVILLE, à minha orientadora Prof.^a Dra. Therezinha Maria Novais de Oliveira, ao Prof. Dr. Helbert Nunes Lima e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC), expresse meu agradecimento pelo suporte institucional, acadêmico e financeiro que tornou possível a execução desta pesquisa.

Registro, ainda, a valiosa contribuição dos estagiários Alie Groeler, Catarina Lopes, Beatriz Maria dos Santos e Romana Pedott Apel, pelo apoio na organização dos dados, nas atividades de pesquisa e no suporte às etapas operacionais do estudo.

Por fim, agradeço à minha família pelo apoio incondicional ao longo de toda esta jornada, em especial ao meu irmão Samir A. Rocha, pela cuidadosa revisão desta dissertação, à minha esposa Ângela Eunice Deluca e ao meu filho Vicente Rocha Deluca, cujo carinho, compreensão e incentivo foram essenciais em cada etapa do caminho.

RESUMO

Esta dissertação analisou a dinâmica de coexistência entre os mosquitos *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* no município de Joinville/SC e sua relação com a incidência de dengue no período de 2010 a 2024. Foram utilizados dados do Índice de Larvas por Armadilha Inspeccionada (ILAI), com discriminação por espécie, obtidos a partir do monitoramento semanal por larvitampas da Vigilância Ambiental em Saúde. As variáveis foram organizadas por semana epidemiológica, ano, região e espécie, sendo tratadas com medidas robustas de tendência central e exclusão de outliers.

Os resultados evidenciaram a substituição ecológica de *Aedes albopictus* por *Aedes aegypti* em áreas mais urbanizadas, concomitante ao aumento da incidência de dengue a partir de 2020. A correlação entre o ILAI de *Aedes aegypti* e os casos de dengue foi significativamente ampliada após o tratamento estatístico dos dados ($\rho = 0,78$ a $0,92$), sugerindo potencial preditivo do indicador.

O estudo aponta limitações no uso de bairros como unidade territorial e na utilização do endereço de residência como referência epidemiológica. Como implicações práticas, destaca-se a viabilidade do ILAI como ferramenta de vigilância entomológica integrada, especialmente quando associado a abordagens territoriais, geoespaciais e preditivas.

Palavras Chave: *Aedes aegypti*; *Aedes albopictus*; Dengue; Coexistência

ABSTRACT

This dissertation analyzed the coexistence dynamics between mosquitoes *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in the municipality of Joinville, Santa Catarina, and their relationship with dengue incidence from 2010 to 2024. Data from the Larvae per Inspected Trap Index (ILAI), disaggregated by species, were used, obtained through weekly monitoring with larvitrap by the Environmental Health Surveillance. Variables were organized by epidemiological week, year, region, and species, and were processed using robust measures of central tendency and outlier exclusion.

The results revealed an ecological replacement of *Aedes albopictus* by *Aedes aegypti* in more urbanized areas, concomitant with the increase in dengue incidence starting in 2020. The correlation between the ILAI for *Aedes aegypti* and dengue cases significantly increased after statistical data treatment ($p = 0.78$ to 0.92), suggesting predictive potential of the indicator.

The study highlights limitations in using neighborhoods as territorial units and in relying on residence address as an epidemiological reference. As practical implications, the viability of the ILAI is emphasized as a tool for integrated entomological surveillance, especially when combined with territorial, geospatial, and predictive approaches.

Keywords: *Aedes aegypti*; *Aedes albopictus*; Dengue; Coexistence

RESUMEN

Esta tesis analizó la dinámica de coexistencia entre los mosquitos *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* en el municipio de Joinville, Santa Catarina, y su relación con la incidencia del dengue entre 2010 y 2024. Se utilizaron datos del Índice de Larvas por Trampa Inspeccionada (ILAI), desglosados por especie, obtenidos mediante el monitoreo semanal de las larvitrapas de la Agencia de Vigilancia Sanitaria Ambiental. Las variables se organizaron por semana epidemiológica, año, región y especie, y se trataron con medidas robustas de tendencia central y exclusión de valores atípicos.

Los resultados demostraron la sustitución ecológica de *Aedes albopictus* por *Aedes aegypti* en zonas más urbanizadas, lo que coincide con el aumento de la incidencia de dengue desde 2020. La correlación entre el ILAI de *Aedes aegypti* y los casos de dengue aumentaron significativamente tras el análisis estadístico ($p = 0,78$ a $0,92$), lo que sugiere el potencial predictivo del indicador.

El estudio destaca las limitaciones del uso de los barrios como unidad territorial y de las direcciones residenciales como referencia epidemiológica. Como implicaciones prácticas, resalta la viabilidad de ILAI como herramienta integrada de vigilancia entomológica, especialmente al combinarse con enfoques territoriales, geoespaciales y predictivos.

Palabras clave: *Aedes aegypti*; *Aedes albopictus*; Dengue; Coexistencia.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Países afetados por arboviroses transmitidas por mosquitos do gênero <i>Aedes</i> .	24
Figura 2- Representação do vírus DENV.	25
Figura 3- Ciclos de transmissão silvestre e urbano de dengue.	26
Figura 4- Períodos de incubação de dengue.	27
Figura 5- Incidência de dengue no Mundo, casos por 100.000 habitantes	28
Figura 6- Óbitos de dengue no Mundo.	29
Figura 7- Fases clínicas da dengue.	30
Figura 8- Representação do <i>Aedes aegypti</i> .	33
Figura 9- Representação do <i>Aedes albopictus</i> .	34
Figura 10- Representação de larvas de <i>Aedes aegypti</i> .	34
Figura 11- Larvas de <i>Aedes albopictus</i> .	35
Figura 12- Pupa de <i>Aedes aegypti</i> e de <i>Aedes albopictus</i> .	35
Figura 13- Ciclo de vida do mosquito <i>Aedes aegypti</i> e do <i>Aedes albopictus</i>	37
Figura 14- Distribuição do habitat de <i>Aedes aegypti</i> e <i>Aedes albopictus</i> .	39
Figura 15- Armadilha ovitrampa:	43
Figura 16- Armadilha do tipo Larvitampa:	44
Figura 17- Fluxograma de registro de casos de dengue no SINAN.	46
Figura 18- Localização de Joinville/SC.	49
Figura 19- Área urbanizada de Joinville/SC.	50
Figura 20- Ocupação do solo, no perímetro urbano.	51
Figura 21- Área com rede coletara e tratamento de esgotos em operação.	53
Figura 22- Bairros oficiais de Joinville/SC.	54
Figura 23- População por bairro de Joinville.	55
Figura 24- Área dos bairros de Joinville.	56
Figura 25- Densidade Populacional dos bairros de Joinville.	57
Figura 26- Rede entomológica de Joinville/SC.	59
Figura 27- Gráfico comparativo entre medianas de IAP e ILAI para a espécie <i>Aedes aegypti</i> por semana entomológica.	65
Figura 28- Gráfico de armadilhas inspecionadas por semana epidemiológica.	66
Figura 29- Gráfico do ILAI gênero <i>Aedes</i> 2010 a 2024.	70
Figura 30- Histograma do ILAI do Gênero <i>Aedes</i> por bairro, ano e semana epidemiológica.	72
Figura 31- Bar chart e Box Plot do ILAI do Gênero <i>Aedes</i> por ano.	72

Figura 32 - Bar chart e Box plot do ILAI do Gênero Aedes por semana entomológica.	74
Figura 33- Mapas das medianas anuais de ILAI do Gênero Aedes por ano.	77
Figura 34- Gráfico de ILAI da espécie Aedes albopictus por ano e semana epidemiológica.	78
Figura 35- Histograma do ILAI da espécie Aedes albopictus.	80
Figura 36- Bar chart e Box plot de ILAI da espécie Aedes albopictus por ano.	80
Figura 37- Bar chart e Box plot do ILAI da espécie Aedes albopictus por semana epidemiológica.	81
Figura 38 - Mapas das medianas anuais do ILAI da espécie Aedes albopictus.	84
Figura 39-Gráfico de ILAI da espécie Aedes aegypti por ano e semana epidemiológica.	85
Figura 40 - Histograma do ILAI da espécie Aedes aegypti.	87
Figura 41- Bar chart e Box plot de ILAI da espécie Aedes aegypti.	88
Figura 42- Bar chart e Box plot do ILAI da espécie Aedes aegypti por semana epidemiológica.	88
Figura 43- Mapas das medianas anuais de ILAI da espécie Aedes aegypti.	91
Figura 44- ILAI Aedes albopictus e Aedes aegypti e projeção do gênero Aedes por semana epidemiológica.	92
Figura 45- % de ILAI por espécie por ano e semana epidemiológica.	93
Figura 46 - Bar chart e Box plot de ILAI da espécie Aedes albopictus por ano.	93
Figura 47- Bar chart e Box plot de ILAI da espécie Aedes aegypti por ano.	94
Figura 48 - Bar chart e Box plot do ILAI da espécie Aedes albopictus por semana epidemiológica.	94
Figura 49- Bar chart e Box plot do ILAI da espécie Aedes aegypti por semana epidemiológica.	95
Figura 50 - Mapas de diferença percentual entre as espécies Aedes albopictus e Aedes aegypti por ano.	96
Figura 51- Incidência de dengue por semana epidemiológica (Casos confirmados por 100.000 habitantes).	98
Figura 52- Histograma de incidência de casos confirmados de dengue.	100
Figura 53 - Bar chart e Box plot de incidência de dengue por ano (2020-2024).	100
Figura 54- Bar chart e Box plot para Incidência de Casos Confirmados de Dengue por bairro, ano e semana epidemiológica (2020-2024).	101
Figura 55 - Mapas de incidência anual de dengue por bairro por ano, 2020-2024.	103
Figura 56 - Gráfico de correlação de Spearman's rs.	105
Figura 57 - Gráfico de correlação de Spearman's rs.	107
Figura 58- ILAI do Gênero Aedes e incidência de dengue por ano e semana epidemiológica.	108

Figura 59 - ILAI <i>Aedes albopictus</i> e incidência de dengue por ano e semana epidemiológica.	108
Figura 60 - ILAI <i>Aedes aegypti</i> e incidência de dengue por ano e semana epidemiológica.	109
Figura 61 - Bar chart e Box plot para Incidência de Casos Confirmados de Dengue por bairro, ano e semana epidemiológica (2020-2024).	110
Figura 62 - Bar chart e Box plot do ILAI do Gênero <i>Aedes</i> por semana entomológica (2010-2024).	110
Figura 63- Bar chart e Box plot do ILAI da espécie <i>Aedes albopictus</i> por semana epidemiológica.	110
Figura 64 - Bar chart e Box plot do ILAI da espécie <i>Aedes aegypti</i> por semana epidemiológica (2022-2024).	110
Figura 65- Mapas comparativos de Mediana Anual de ILAI <i>Aedes albopictus</i> , ILAI <i>Aedes aegypti</i> , % <i>Aedes aegypti</i> e incidência de dengue.	112

ABREVIATURAS E SIGLAS

ACE	Agente de Combate às Endemias
ACS	Agente Comunitário de Saúde
ANOVA	Análise de Variância
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CDC	Centers for Disease Control and Prevention (Centro de Controle de Doenças – EUA)
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
DC	Dengue Clássica
DENCO	Dengue Control (Programa de Controle da Dengue)
DENV	Vírus da Dengue
DENV-1,2,3,4,5	Sorotipos 1 a 5 do Vírus da Dengue
DIVE	Diretoria de Vigilância Epidemiológica (SC)
DP	Desvio Padrão
FHD	Febre Hemorrágica da Dengue
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
GPS	Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global)
IB	Índice de Breteau
ICD	Incidência de Casos de Dengue
ICPD	Incidência de Casos Prováveis de Dengue
IDA	Índice de Densidade de Adultos de <i>Aedes</i>
IDL	Índice de Densidade Larvária
IDL _a	Índice de Densidade de Larvitrapas
IDLS	Índice de Densidade Larvária de <i>Stegomyia</i> (subgênero de <i>Aedes</i>)
IDO	Índice de Densidade de Ovos
IDS	Índice de Desenvolvimento Social
IPL	Índice de Positividade de Larvitrapas
IPO	Índice de Positividade de Ovitramas
IIP	Índice de Infestação Predial
IPU	Índice Pupal
IR	Índice de Recipientes Positivos

IS	Índice Estegômico
ITR	Índice por Tipo de Recipiente
ILAI	Índice de Larvas por Armadilha Inspeccionada
LVT	Larvitampa
MIV	Manejo Integrado de Vetores
MS	Ministério da Saúde
OMS	Organização Mundial da Saúde
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
PA	Índice de Positividade de Adultos de <i>Aedes</i>
PAHO	Pan American Health Organization (Organização Pan-Americana da Saúde)
PEAa	Programa de Erradicação do <i>Aedes aegypti</i>
PNCD	Programa Nacional de Controle da Dengue
RBF	Radial Basis Function (Função de Base Radial)
RNA	Ácido Ribonucleico (Ribonucleic Acid)
SAD-69	South American Datum 1969 (Sistema Geodésico Sul-Americano de 1969)
SDC	Síndrome de Choque por Dengue
SE	Semana Epidemiológica
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SNVE	Sistema Nacional de Vigilância Epidemiológica
SUS	Sistema Único de Saúde
THD	Taxa de Hospitalização por Dengue
TLD	Taxa de Letalidade por Dengue
TLCPD	Taxa de Letalidade de Casos Prováveis de Dengue
TLCGD	Taxa de Letalidade de Casos Graves de Dengue
TMD	Taxa de Mortalidade por Dengue
UTM	Universal Transverse Mercator (Sistema de Coordenadas UTM)
WHO	World Health Organization (Organização Mundial da Saúde)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	19
2. JUSTIFICATIVA	21
3. OBJETIVOS	22
3.1 Objetivo geral:.....	22
3.2 Objetivos específicos:	22
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
4.1 Arboviroses	23
4.1.1 Dengue	25
4.1.1.1 Definição e agente etiológico	25
4.1.1.2 Epidemiologia e transmissão	27
4.1.1.3 Aspectos clínicos	29
4.1.1.4 Tratamento e prevenção	31
4.2 Entomologia	31
4.2.1 Gênero <i>Aedes</i> e suas principais espécies vetoras	32
4.2.2 <i>Aedes aegypti</i> e <i>Aedes albopictus</i>	33
4.2.4 Coexistência entre <i>Aedes aegypti</i> e <i>Aedes albopictus</i>	39
4.3 Vigilância Entomológica	42
5. MÉTODOS	48
5.1 Delineamento do Estudo	48
5.2 Área de estudo	49
5.3 Fonte e método de coleta de dados	57
5.3.1 Dados entomológicos.....	58
5.3.2 Dados epidemiológicos	61
5.3.3 Dados Censitários	62
5.3.4 Dados cartográficos	62
5.3.5 Mapas temáticos municipais	62
5.4 Variáveis do Estudo	62
5.5 Organização dos dados	65
5.6 Análises de dados.....	67
5.6.1 Análise Temporal	67
5.6.2 Análise de Correlação	68
5.6.3 Análise de Sazonalidade e Dominância	68
5.6.4 Análises espaciais.....	68

6. RESULTADOS	70
6.1 Gênero <i>Aedes</i>	70
6.2 <i>Aedes albopictus</i>	78
.....	91
6.4 Coexistência dentre as espécies <i>Aedes Aegypti</i> e <i>Aedes albopictus</i>	92
.....	96
6.5 Incidência de dengue	97
6.6 Coexistência entre os mosquitos <i>Aedes aegypti</i> com <i>Aedes albopictus</i> e sua relação com a incidência de dengue.....	104
7. DISCUSSÕES	114
7.1 Sazonalidade e Variações Temporais.....	115
7.2 Coexistência entre as espécies <i>Aedes aegypti</i> e <i>Aedes albopictus</i>	116
7.3 Correlação entre a dinâmica das coexistências entre as espécies <i>Aedes albopictus</i> , <i>Aedes aegypti</i> e a incidência de Dengue	120
7.4 O Índice ILAI como ferramenta de Vigilância Entomológica	123
8. CONCLUSÕES	125

1. INTRODUÇÃO

As arboviroses urbanas são um dos maiores desafios atuais da saúde pública. A dengue se destaca pelo impacto epidemiológico global, com surtos cada vez mais intensos. Em 2024, o Brasil registrou seu maior episódio, com mais de 6 milhões de casos prováveis e 6 mil óbitos confirmados (BRASIL, 2024).

A transmissão ocorre principalmente pelos mosquitos *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, espécies exóticas adaptadas ao Brasil (Dechoum; Junqueira; Orsi, 2024; Laporta et al., 2023). Mas se ambas transmitem a doença, por que importa distinguir qual predomina em um contexto urbano? Porque cada uma apresenta características distintas que influenciam a dinâmica da transmissão e a efetividade das estratégias de controle. O *Aedes aegypti* é mais domiciliar e antropofílico, associado a criadouros artificiais, enquanto o *Aedes albopictus* ocupa áreas urbanas e vegetadas, alimentando-se de humanos e outros animais.

Essas diferenças levantam outras questões: quais ambientes de risco se tornam prioritários, o intradomicílio, o peridomicílio ou áreas de transição? Como muda o padrão de exposição humana? E como adaptar as medidas de prevenção? A coexistência entre as espécies complexifica ainda mais o quadro, envolvendo competição, uso diferencial de criadouros e fenômenos como o efeito satyr, capazes de alterar densidades populacionais e o risco de epidemias.

Nesse ponto, aplica-se a lógica estratégica de Sun Tzu em A Arte da Guerra: conhecer o inimigo, o terreno e as condições aumentam a chance de vitória. Assim, conhecer a ecologia e a interação dos vetores é essencial para planejar ações eficazes de vigilância e controle.

Joinville, em Santa Catarina, ilustra bem o problema. Desde os primeiros casos autóctones em 2019, a cidade enfrenta epidemias crescentes:

- 2020: 1.453 casos por 100 mil habitantes (SANTA CATARINA, 2021);
- 2021: 2.748 casos por 100 mil habitantes e 5 óbitos (SANTA CATARINA, 2022b);
- 2022: 3.523 casos por 100 mil habitantes e 19 óbitos (SANTA CATARINA, 2023a);
- 2023: 7.153 casos por 100 mil habitantes e 39 óbitos (SANTA CATARINA, 2023b);
- 2024: 12.249 casos por 100 mil habitantes e 83 óbitos (BRASIL, 2024).

Esse agravamento levanta a questão central: alterações na composição e coexistência das populações de *Aedes* estão associadas ao aumento da transmissão?

Para responder, este estudo investiga a dinâmica vetorial em Joinville ao longo de 15 anos, utilizando o Índice de Larvas por Armadilha Inspecionada (ILAI), que permite diferenciar espécies e subsidiar decisões estratégicas em saúde pública.

2. JUSTIFICATIVA

Os métodos tradicionais de vigilância vetorial, como o Índice de Infestação Predial (IIP) e o Índice de Breteau (IB), embora amplamente utilizados, apresentam limitações: baseiam-se em inspeções pontuais, têm baixa sensibilidade para identificar precocemente situações de risco e enfrentam dificuldades operacionais de acesso domiciliar. Surge, então, a questão: como monitorar de forma mais contínua e precisa os vetores da dengue, superando essas limitações e diferenciando as espécies envolvidas?

As armadilhas larvárias oferecem uma alternativa viável, pois permitem coleta padronizada, independente de visitas a residências. O Índice de Larvas por Armadilha Inspeccionada (ILAI) amplia esse potencial ao possibilitar a quantificação objetiva da densidade vetorial e a diferenciação entre *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*. Mas permanece a pergunta: qual a relevância prática de distinguir as espécies? O primeiro é mais sinantrópico e antropofílico, já o segundo ocupa áreas de transição e tem alimentação mais diversificada. Essa distinção pode alterar a interpretação do risco e orientar estratégias específicas de controle.

Entretanto, faltam registros do uso sistemático do ILAI com discriminação por espécie em séries históricas extensas. Assim, novas questões emergem: como a coexistência ou alternância entre *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* influencia a incidência de dengue? De que forma essas informações podem tornar a vigilância mais sensível e o controle mais direcionado?

Este estudo busca responder a essas questões aplicando o ILAI por espécie em uma série histórica de 15 anos, relacionando dados entomológicos à incidência de dengue. Espera-se gerar evidências capazes de fortalecer a vigilância entomológica e subsidiar políticas públicas mais eficazes no enfrentamento da doença em contextos urbanos complexos.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral:

Analisar a coexistência dos mosquitos *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* e sua relação com a incidência de dengue em Joinville/SC, no período de 2010 e 2024.

3.2 Objetivos específicos:

- Quantificar a ocorrência semanal das espécies *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na área urbana de Joinville entre 2010 e 2024, por meio do Índice de Larvas por Armadilha Inspeccionada (ILAI), avaliando sua distribuição espacial e variação sazonal.
- Comparar os padrões de abundância entre as espécies, identificando alterações na dinâmica de coexistência vetorial ao longo do tempo.
- Correlacionar a flutuação do ILAI de cada espécie com a incidência de casos confirmados de dengue, buscando evidenciar possíveis associações temporais e/ou espaciais.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta os referenciais teóricos que sustentam a pesquisa. Inicialmente, aborda-se as arboviroses, com destaque para a dengue. Em seguida, são descritos aspectos entomológicos do gênero *Aedes*, com ênfase em *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*. Na sequência, discute-se a coexistência entre essas espécies, considerando fatores competitivos e ambientais que influenciam sua distribuição. Por fim, são apresentados os métodos de vigilância entomológica, destacando indicadores e ferramentas aplicados ao monitoramento vetorial.

4.1 Arboviroses

Os arbovírus são vírus transmitidos por artrópodes hematófagos, nos quais parte do ciclo replicativo do vírus ocorre no próprio vetor. Esses vírus podem causar agravos à saúde de humanos e animais de sangue quente (Lopes; Nozawa; Linhares, 2014).

Entre os artrópodes estão incluídos os mosquitos, carrapatos, moscas, ácaros, pulgas, percevejos, piolhos (Madewell, 2020).

As interações e a evolução do ciclo de transmissão dos arbovírus são complexas. O ciclo enzoótico inicia-se em um hospedeiro natural — animais que abrigam e mantêm o agente infeccioso de forma contínua na natureza, sem necessariamente apresentarem sintomas da doença. Esse ciclo envolve a transmissão entre vetores e animais silvestres (Weger-Lucarelli et al., 2018).

Os seres humanos tendem a ser hospedeiros acidentais em um processo denominado transbordamento. Essa transmissão ocorre quando um artrópode infectado, após picar um hospedeiro natural, pica um ser humano. Se o patógeno se adaptar ao novo hospedeiro, pode iniciar ciclos epidêmicos (Weger-Lucarelli et al., 2018).

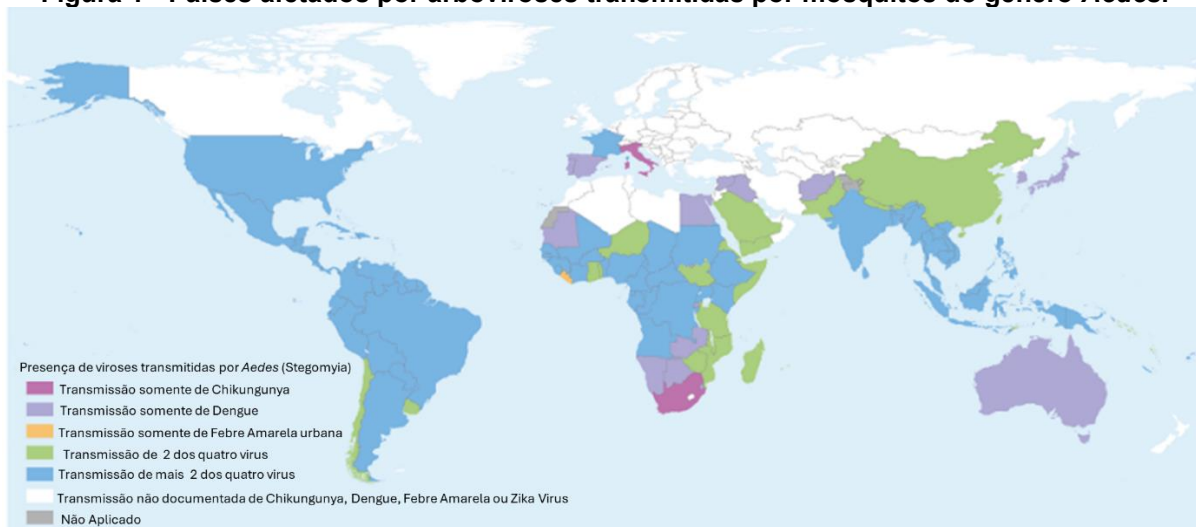
Atualmente, há cerca de 500 arbovírus identificados, dos quais aproximadamente 150 têm capacidade comprovada de causar agravos à saúde humana (Madewell, 2020).

Cada arbovirose possui diferentes períodos de incubação e transmissão, que ocorrem tanto no ser humano quanto no vetor (Saúde, 2023).

Devido à sua relevância epidemiológica e impacto socioeconômico, algumas arboviroses fazem parte da lista de Doenças Tropicais Negligenciadas (DTNs) (*Neglected Tropical Diseases, NTDs*), da Organização Mundial da Saúde (OMS). Esse grupo abrange doenças causadas por diferentes patógenos, que compartilham impactos sociais, econômicos e de saúde significativos. As DTNs são mais prevalentes em comunidades empobrecidas de áreas tropicais, embora algumas apresentem uma distribuição geográfica mais ampla (WHO, 2020)

Nos últimos anos, as arboviroses têm se expandido para áreas não endêmicas devido à colonização de novos territórios por mosquitos vetores. Inicialmente concentradas em regiões tropicais e subtropicais, essas doenças vêm alcançando regiões temperadas (Patterson; Sammon; Garg, 2016). A distribuição global das principais arboviroses transmitidas por *Aedes* é ilustrada na Figura 1, que evidencia a ampla disseminação e a coexistência de múltiplos vírus em diversas regiões do mundo.

Figura 1 - Países afetados por arboviroses transmitidas por mosquitos do gênero *Aedes*.



Fonte: WHO, 2024a.

Esses agravos possuem características democráticas podendo afetar pessoas de todas as idades, etnias, níveis de escolaridade e classes sociais (Valle; Aguiar; Pimenta, 2015).

Entre as arboviroses mais relevantes, destacam-se as transmitidas por mosquitos do gênero *Aedes*, que representam um risco significativo de surtos globais,

especialmente em comunidades vulneráveis e com poucos recursos. Entre essas doenças estão a dengue, chikungunya, zika vírus e febre amarela (WHO, 2024).

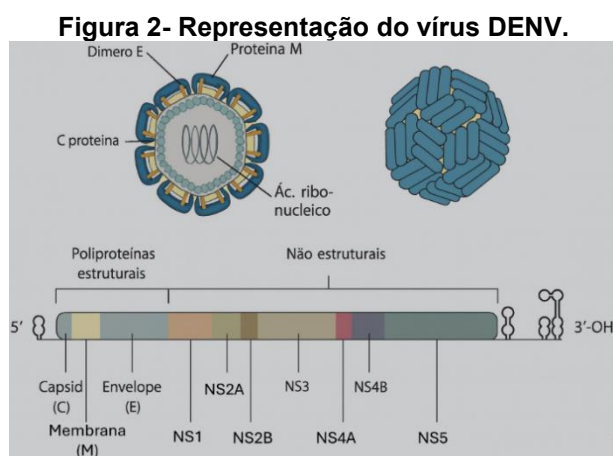
Com relação à febre amarela, não há registros de transmissão em ciclo urbano, via mosquitos do gênero *Aedes*, desde a década de 1940. No entanto, o aumento das notificações de casos silvestres, a alta densidade de mosquitos *Aedes* em áreas urbanas e a baixa cobertura vacinal elevam o risco de reurbanização da transmissão da febre amarela (Cavalcante et al., 2017).

As estratégias de controle e prevenção das arboviroses incluem medidas voltadas para o hospedeiro, como o uso de vacinas e quimioprofilaxia (uso de medicamentos preventivos), além da adoção de barreiras contra o vetor, como repelentes e roupas protetoras. Também são implementadas ações para o controle da população de vetores, visando reduzir sua abundância e capacidade de transmissão das doenças (Ogunlade et al., 2021).

4.1.1 Dengue

4.1.1.1 Definição e agente etiológico

A dengue é uma arbovirose causada pelo vírus da família Orthoflavivirus (DENV), transmitida aos seres humanos principalmente por mosquitos do gênero *Aedes* (Madewell, 2020). Trata-se de um vírus de RNA de fita simples, de sentido positivo, com cerca de 10.200 nucleotídeos em seu genoma (Souza et al., 2022). Uma representação esquemática de sua estrutura viral pode ser vista na Figura 2.

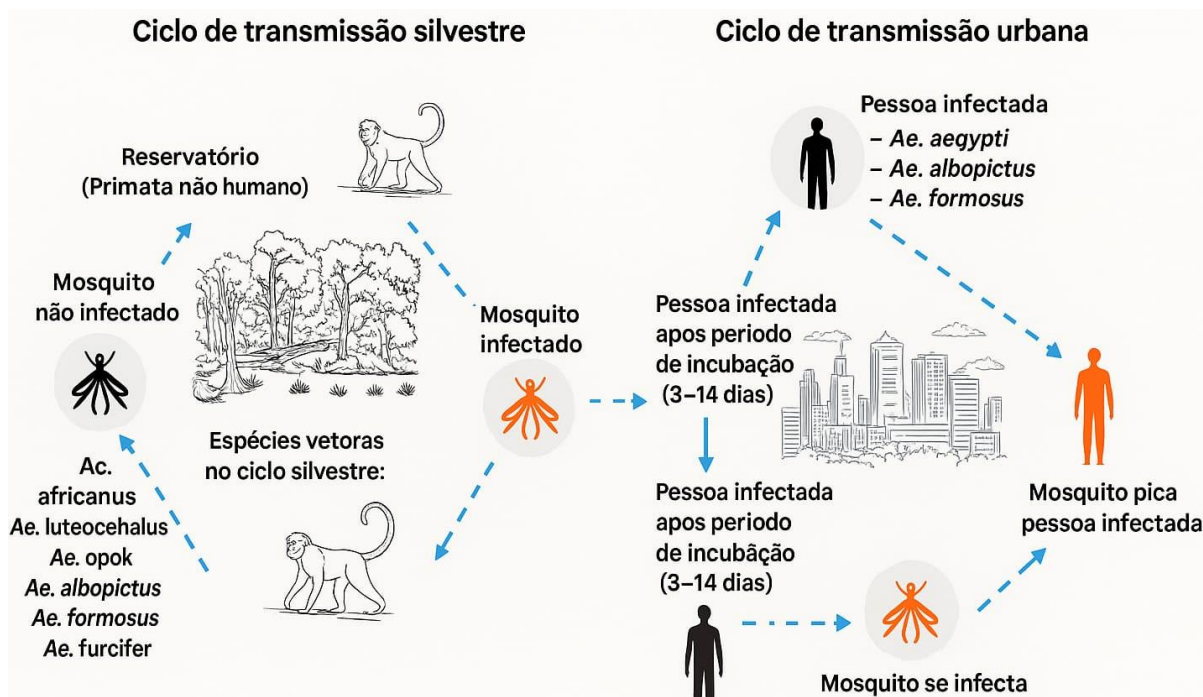


Fonte: SOUZA et al., 2022.

A nomenclatura oficial foi consolidada em 1983, quando o termo “dengue” foi incorporado à Classificação Internacional de Doenças da OMS. O nome está historicamente relacionado ao estado de prostração, tontura e dificuldade de locomoção observado nos indivíduos infectados (Valle; Pimenta; Cunha, 2015).

Estudos históricos indicam relatos compatíveis desde os séculos III, VII e X, com registros de epidemias semelhantes na Ásia, África e América do Norte no século XVIII (Valle; Pimenta; Cunha, 2015). O vírus provavelmente teve origem em primatas não humanos na África e na Ásia, com transmissão inicial mediada por mosquitos silvestres (*Aedes* spp.). Após adaptação ao homem como hospedeiro, estabeleceu-se o ciclo urbano de transmissão, restrito a humanos e mosquitos vetores (Harapan et al., 2020; Mfum Owusu-Asenso, 2023). Os dois ciclos de transmissão silvestre e urbano são esquematizados na Figura 3.

Figura 3- Ciclos de transmissão silvestre e urbano de dengue.



Fonte: MFUM OWUSU-ASENSO, 2023.

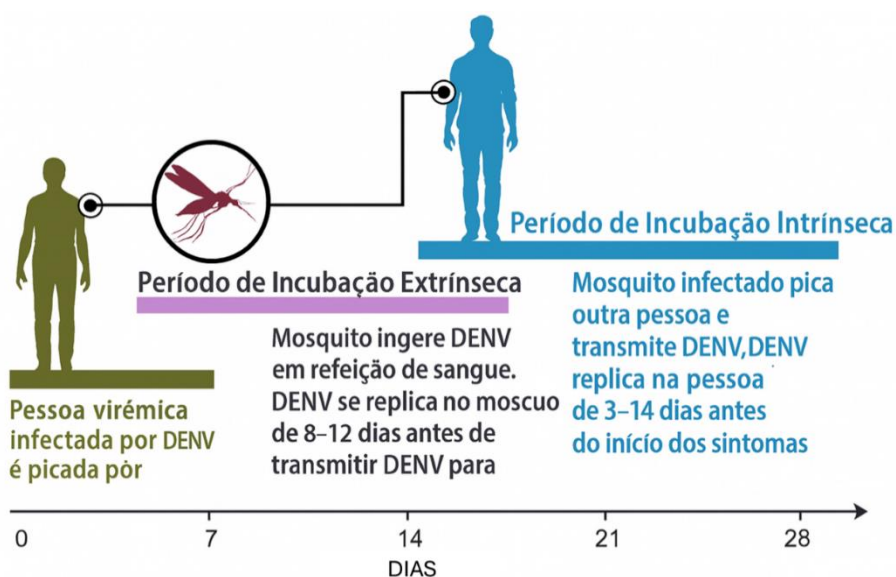
Atualmente, cinco sorotipos foram identificados (DENV-1 a DENV-5), sendo que o DENV-5 permanece circunscrito ao ambiente silvestre na Malásia, sem impacto relevante em saúde pública (Mustafa et al., 2015).

4.1.1.2 Epidemiologia e transmissão

A dengue é caracterizada por alta transmissibilidade, morbidade significativa e suscetibilidade universal (Liu et al., 2023). Em 2010, foi incluída pela OMS na lista de doenças tropicais negligenciadas, permanecendo até hoje como um dos maiores desafios globais (Tomashek; Margolis, 2011).

No ciclo urbano, a transmissão ocorre quando um *Aedes* não infectado pica uma pessoa virêmica. O vírus multiplica-se no intestino do mosquito, dissemina-se para as glândulas salivares e passa a ser transmitido em novas picadas. A relação temporal entre os períodos de incubação no ser humano (intrínseco) e no mosquito (extrínseco), bem como o período de transmissibilidade, é detalhada na Figura 4. O período de incubação varia de 3 a 14 dias em humanos (média de 7) e de 8 a 12 dias no vetor (Tomashek; Margolis, 2011). O mosquito, após infectado, transmite o vírus por toda a sua vida.

Figura 4- Períodos de incubação de dengue.



Fonte: Centers for Disease Control and Prevention (CDC), [S.d.]

Além da transmissão clássica, destacam-se:

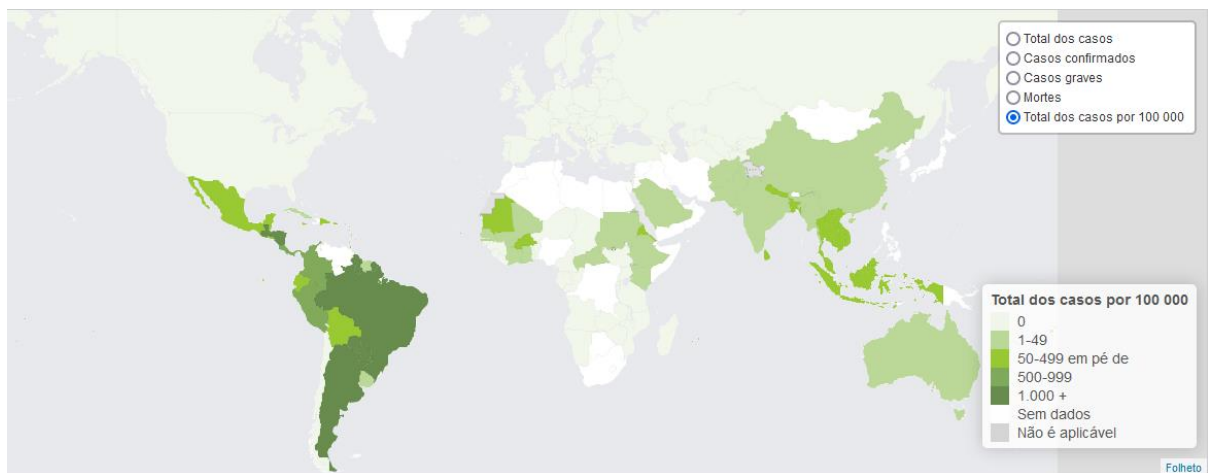
- transmissão vertical (de fêmeas infectadas para seus ovos), garantindo a persistência intergeracional;
- transmissão sexual, em que machos infectados podem transmitir o vírus para fêmeas durante o acasalamento (Sánchez-Vargas et al., 2018).

A transmissão é influenciada por fatores climáticos, sobretudo pela temperatura, que apresenta faixa ótima entre 26°C e 29°C (Mordecai et al., 2017).

A magnitude e a distribuição geográfica desse problema de saúde pública global são evidenciadas pelos dados de 2024, que registraram 7,5 milhões de casos confirmados e 10.554 óbitos em todo o mundo (WHO, 2025).

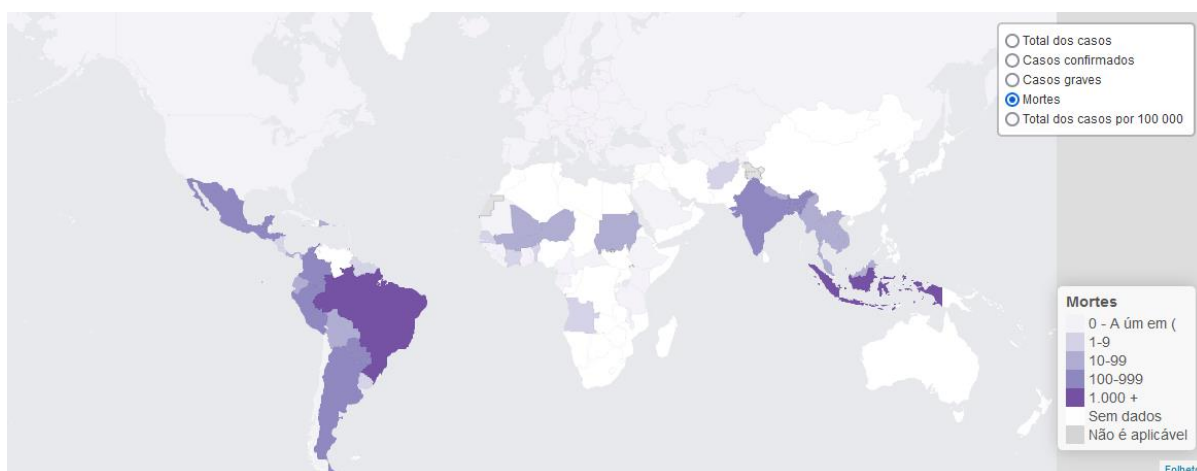
A Figura 5 ilustra a incidência de dengue por 100.000 habitantes, destacando as regiões das Américas e Ásia como as mais afetadas, enquanto a Figura 6 detalha a distribuição mundial dos óbitos, contexto no qual o Brasil não apenas ocupou a segunda posição em incidência global, mas liderou em número absoluto de mortes

Figura 5- Incidência de dengue no Mundo, casos por 100.000 habitantes



Fonte: WHO, 2025.

Figura 6- Óbitos de dengue no Mundo.



Fonte: WHO, 2025.

O Brasil ocupou a segunda posição em incidência global e liderou em número absoluto de óbitos (WHO, 2025). No país, o *Aedes aegypti* é o principal vetor, e o *Aedes albopictus* atua como vetor secundário (Saúde, 2023).

Em Joinville/SC, a dengue tornou-se epidemia a partir de 2020, com crescente gravidade:

- 2020: 1.453 casos por 100 mil habitantes (SC, 2021);
- 2021: 2.748 casos e 5 óbitos (SC, 2022b);
- 2022: 3.523 casos e 19 óbitos (SC, 2023a);
- 2023: 7.153 casos e 39 óbitos (SC, 2023b);
- 2024: 12.249 casos e 83 óbitos (Brasil, 2024).

4.1.1.3 Aspectos clínicos

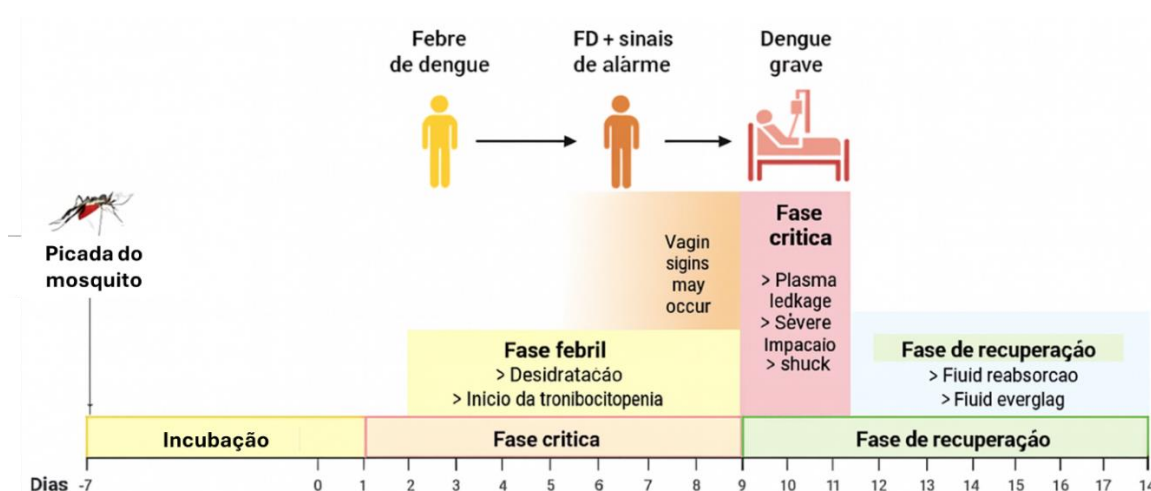
A infecção apresenta um amplo espectro clínico, desde formas assintomáticas até quadros graves e fatais (Saúde, 2024). O curso clínico é dividido em três fases principais (Palanichamy Kala; St. John; Rathore, 2023):

1. Fase febril: febre alta, cefaleia, dor retro-orbital, mialgia, artralgia, náuseas, vômitos e rash cutâneo.

2. Fase crítica: queda da febre, risco de trombocitopenia, extravasamento plasmático, hemoconcentração e choque.
3. Fase de convalescença: reabsorção de líquidos e recuperação clínica.

A sequência temporal e a relação entre essas fases, incluindo os principais sinais, sintomas e riscos, são esquematizadas na Figura 7.

Figura 7- Fases clínicas da dengue.



Fonte: PALANICHAMY KALA; ST. JOHN; RATHORE, 2023.

As formas graves incluem hemorragias, dor abdominal intensa, vômitos persistentes e complicações respiratórias. Coinfecções com COVID-19, leptospirose, malária, chikungunya ou zika dificultam o diagnóstico diferencial e o manejo clínico (Begam et al., 2021).

No campo imunológico, a infecção por um sorotipo confere imunidade duradoura contra ele, mas apenas proteção temporária cruzada contra os demais. Em infecções secundárias, os anticorpos podem favorecer a entrada do vírus (fenômeno de facilitação dependente de anticorpos – ADE), aumentando o risco de dengue grave (Fung; Clapham; Chisholm, 2023).

4.1.1.4 Tratamento e prevenção

O tratamento da dengue é sintomático e de suporte, baseado na reposição hídrica, analgesia adequada e monitoramento clínico. Não existem antivirais específicos.

As estratégias de prevenção incluem:

- Controle vetorial, com eliminação de criadouros, saneamento ambiental e educação comunitária;
- Programas institucionais, como o Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD) desde 2002 (Brasil, 2002).

Quanto à imunização, duas vacinas foram aprovadas pela ANVISA:

- Dengvaxia® (Sanofi, 2015): indicada apenas para soropositivos, a fim de reduzir risco de formas graves.
- Qdenga® (Takeda, 2023): incorporada ao SUS em 2023, com público-alvo inicial de crianças e adolescentes de 6 a 16 anos em municípios com alta transmissão (Ministério da Saúde, 2024).

A cobertura vacinal ainda é limitada e insuficiente para impacto populacional imediato. Além disso, existe o risco de falsa sensação de segurança, com relaxamento nas medidas de eliminação de criadouros (Ministério da Saúde, 2024).

Em 2024, o Brasil registrou 5,8 milhões de casos confirmados e 6.161 óbitos, o maior número de mortes por dengue já documentado no país (Brasil, 2024).

4.2 Entomologia

A Entomologia é a ciência que estuda os insetos, abrangendo sua evolução, ecologia, comportamento, morfologia, fisiologia, genética e suas interações com outros organismos, incluindo os seres humanos (Gullan; Cranston, 2014).

Não é possível determinar com precisão quando os estudos sobre insetos começaram, pois esses organismos sempre desempenharam um papel significativo na vida humana, seja de forma negativa, como pragas agrícolas e vetores de doenças, ou positiva, como fonte de alimento e matéria-prima. Registros de estudos sistemáticos sobre insetos datam da Antiguidade e Idade Média, mas foi no século

XVII que a Entomologia se consolidou como ciência, impulsionada pelo uso do microscópio (Gullan; Cranston, 2014).

No século XVIII, o naturalista sueco Carl Linnaeus propôs a Hierarquia Taxonômica, classificando os seres vivos nos níveis: Reino, Filo, Classe, Ordem, Família, Gênero e Espécie. Posteriormente, ele desenvolveu o sistema de nomenclatura binomial, no qual cada organismo é nomeado com dois termos: Gênero e Espécie (Gullan; Cranston, 2014).

O Gênero agrupa espécies que compartilham características comuns e estão intimamente relacionadas. Já a Espécie é a unidade fundamental da classificação biológica, representando populações capazes de cruzar e gerar descendentes férteis (Gullan; Cranston, 2014).

4.2.1 Gênero *Aedes* e suas principais espécies vetoras

O gênero *Aedes* (Meigen, 1818) pertence à família *Culicidae* e é composto por mais de 900 espécies de mosquitos, distribuídos formalmente em 44 subgêneros (Da Silva E Silva et al., 2022).

Algumas dessas espécies têm uma notável capacidade de se estabelecer em regiões distantes de suas áreas nativas, estando presentes em praticamente todas as regiões habitadas do mundo (Kraemer et al., 2019). Dentro desse gênero, destacam-se espécies de grande relevância epidemiológica, particularmente envolvidas em ciclos de transmissão de arboviroses que representam desafios significativos para a saúde pública (Da Silva E Silva et al., 2022).

Dentre essas, duas se destacam como principais vetores de arboviroses que afetam milhões de pessoas anualmente: *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*. (Gómez et al., 2022).

Essas espécies apresentam altas taxas reprodutivas e são encontradas em todos os continentes, exceto na Antártida (Laporta et al., 2023).

A distribuição geográfica de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* têm se expandido nos últimos anos, impulsionada por fatores como mudanças climáticas, globalização e urbanização, tornando habitats anteriormente inóspitos mais favoráveis à sua proliferação (Gómez et al., 2022).

Essa dispersão ocorre, em grande parte, devido à estreita associação dessas espécies com os humanos e à capacidade de seus ovos de resistirem à dessecação por longos períodos, mantendo-se viáveis até serem reidratados. Essa característica

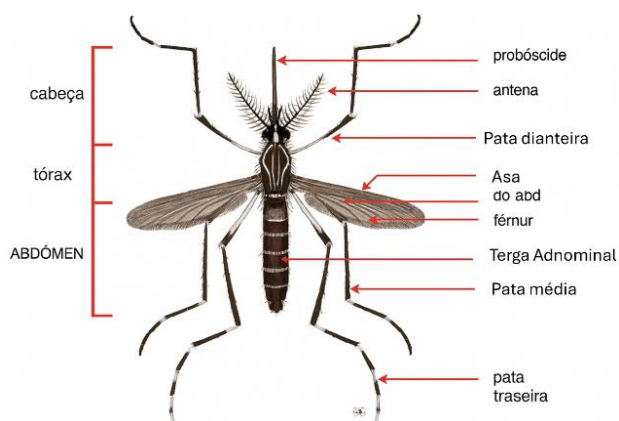
permite o transporte passivo de ovos por meio do comércio e deslocamento de pessoas, contribuindo para a invasão de novas áreas (Gómez et al., 2022).

4.2.2 *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*

O *Aedes aegypti*, cujo nome significa “odioso do Egito”, tem origem africana e foi possivelmente introduzido no Brasil no século XVI, trazido pelo tráfico de escravos (Valle, 2021). Já o *Aedes albopictus*, conhecido como mosquito-tigre-asiático, é originário da Ásia (Skuse, 1894). Sua primeira detecção no Brasil ocorreu em 1986, no estado do Rio de Janeiro, e, em 1996, foi registrado no sul do país, em Curitiba (Pancetti et al., 2015).

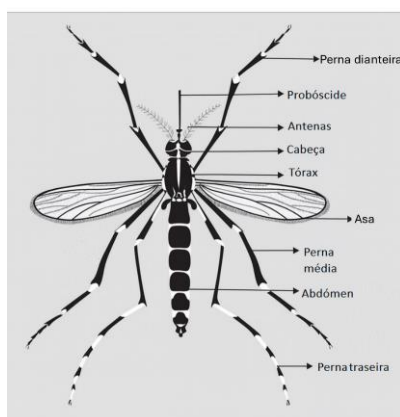
Ambas as espécies são mosquitos sinantrópicos (Consoli; Lourenço-de-Oliveira, 1994), de porte pequeno a médio (3 a 7 mm), coloração escura e patas pretas com faixas brancas. A diferenciação principal encontra-se nas escamas do tórax: o *Aedes aegypti* apresenta desenho em forma de lira, enquanto o *Aedes albopictus* exibe uma faixa central longitudinal (Valle; Aguiar; Pimenta, 2015). Estes padrões distintivos podem ser visualizados nas Figuras 8 e 9, respectivamente.

Figura 8- Representação do *Aedes aegypti*.



Fonte: RUEDA, 2004.

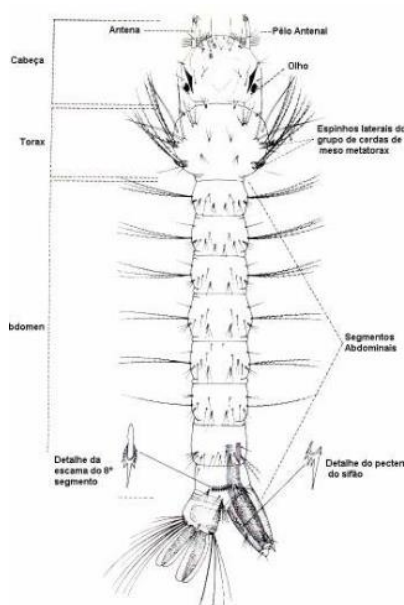
Figura 9- Representação do *Aedes albopictus*.



Fonte: ADHANE; DEHSHIBI; MASIP, 2021.

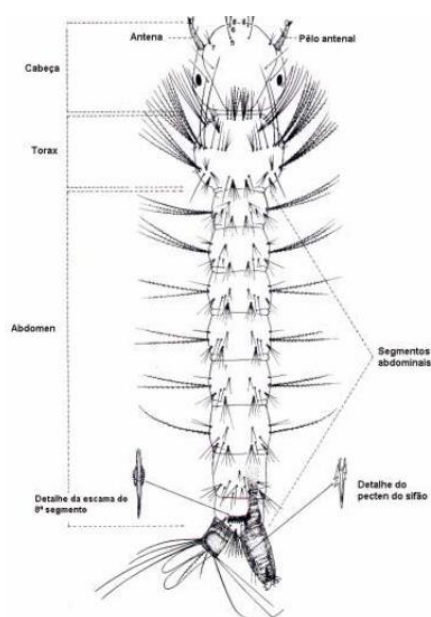
Nas formas imaturas, o *Aedes aegypti* possui sifão respiratório mais curto e grosso, com pentes em fileira única, além de cerdas cefálicas mais ramificadas. Já o *Aedes albopictus* apresenta sifão mais longo e fino, com pentes distribuídos irregularmente e cerdas mais simples (Consoli; Lourenço-de-Oliveira, 1994). Essas diferenças morfológicas larvais são ilustradas de forma comparativa nas Figuras 10 e 11.

Figura 10- Representação de larvas de *Aedes aegypti*.



Fonte: BRASIL, 2002.

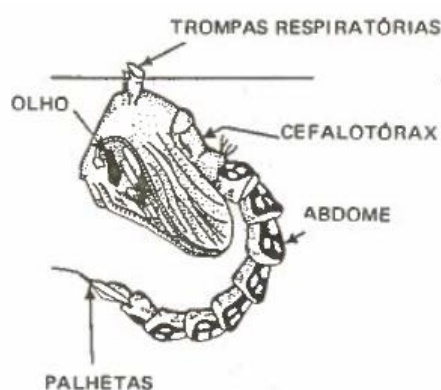
Figura 11- Larvas de *Aedes albopictus*.



Fonte: BRASIL, 2002.

As pupas, entretanto, não permitem diferenciação confiável a olho nu (Consoli; Lourenço-de-Oliveira, 1994), conforme pode ser observado na Figura 12, onde as pupas de ambas as espécies são morfologicamente semelhantes.

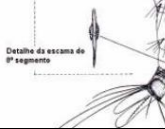
Figura 12- Pupa de *Aedes aegypti* e de *Aedes albopictus*.



Fonte: (BRASIL, 2002)

As principais diferenças morfológicas entre *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, aqui descritas, estão resumidas de forma comparativa na Tabela 1.

Tabela 1- Diferenças morfológicas entre *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*

Estágio / Característica	<i>Aedes aegypti</i>	<i>Aedes Albopictus</i>	<i>Aedes aegypti</i>	<i>Aedes albopictus</i>
Adulto (tórax)			Escamas branco-prateadas em forma de lira	Escamas branco-prateadas em faixa central longitudinal
Larva (sifão)			Curto e grosso, pentes em fileira única	Longo e fino, pentes irregulares
Larva (cerdas)			Mais ramificadas	Menos ramificadas
Pupa	-	-	Sem diferenciação confiável	Sem diferenciação confiável

O ciclo é composto por ovo, larva, pupa e adultos. As fases aquáticas desenvolvem-se em recipientes com água parada, e os ovos resistem à dessecação por semanas ou meses, eclodindo quando reidratados (Valle; Pimenta; Cunha, 2015)

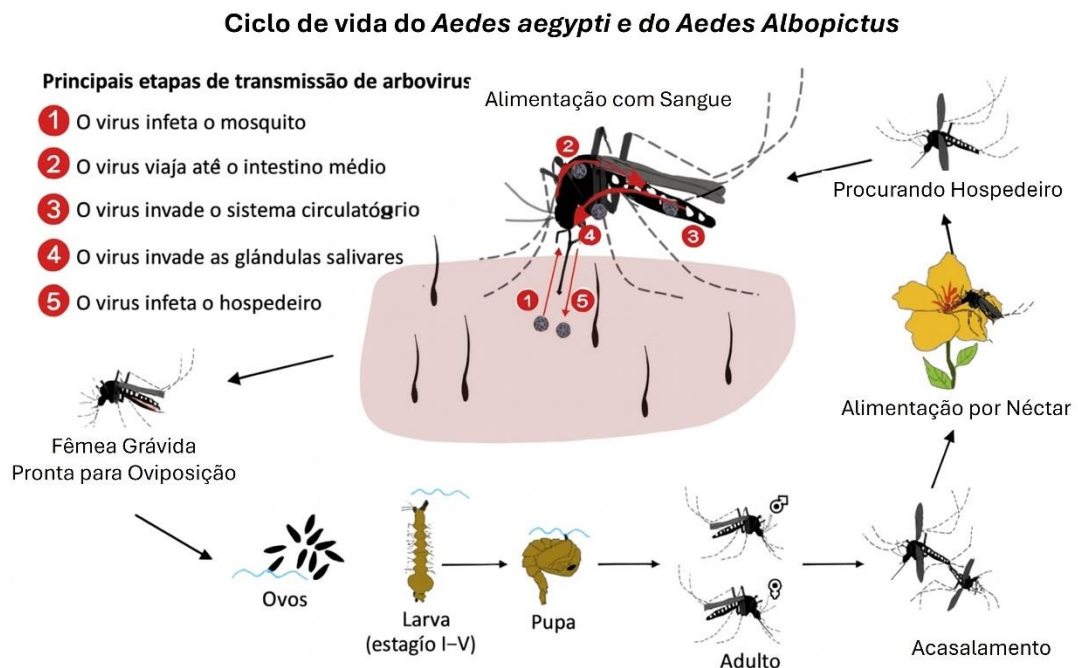
As fêmeas realizam “oviposição em salto”, distribuindo ovos em diversos criadouros. As larvas alimentam-se de microrganismos e matéria orgânica, completando o desenvolvimento em 7 a 10 dias a 26–28 °C.

A fase de pupa dura cerca de dois dias. Os adultos emergem prontos para a cópula, e a longevidade média na natureza varia de 6 a 12 dias, podendo atingir três semanas em condições laboratoriais (Valle; Pimenta; Cunha, 2015).

Na fase adulta, machos alimentam-se de açúcares vegetais, enquanto fêmeas necessitam de sangue para a maturação dos ovos, com atividade hematofágica mais intensa no início da manhã e ao entardecer (Valle; Pimenta; Cunha, 2015).

O ciclo biológico, bem como as etapas de infecção e transmissão de arbovírus pelo mosquito, estão esquematizados na Figura 13.

Figura 13- Ciclo de vida do mosquito *Aedes aegypti* e do *Aedes albopictus*



Fonte: BENELLI; WILKE; BEIER, 2020.

O *Aedes aegypti* predomina em áreas urbanas e domiciliares, associado a recipientes artificiais como caixas d'água, vasos de plantas e pneus (Valle; Pimenta; Cunha, 2015). O *Aedes albopictus*, por sua vez, apresenta plasticidade ecológica, ocupando ambientes periurbanos, rurais e bordas florestais, e possui hábitos alimentares diversificados, incluindo humanos, mamíferos, aves e répteis (Benelli; Wilke; Beier, 2020; Westby et al., 2021).

Condições ambientais, como chuvas e elevação da temperatura, favorecem o desenvolvimento e a proliferação. Além disso, mudanças climáticas têm ampliado sua distribuição, permitindo colonização em áreas antes inóspitas (Chagas, 2023; Laporta et al., 2023).

O *Aedes aegypti* é o principal vetor urbano de dengue, zika e chikungunya no Brasil (Ricas Rezende et al., 2020). Já o *Aedes albopictus*, embora considerado vetor secundário, tem se mostrado capaz de abrigar e transmitir vírus como DENV-1 e ZIKV, o que reforça seu papel potencial em determinados contextos (Ricas Rezende et al.,

2020). Sua diversidade alimentar amplia o risco de atuar como vetor de ponte para zoonoses (Benelli; Wilke; Beier, 2020).

As diferenças ecológicas e epidemiológicas aqui descritas, que são fundamentais para entender a dinâmica de coexistência e seu impacto na transmissão de arboviroses, estão resumidas de forma comparativa na Tabela 2.

Tabela 2- Diferenças ecológicas e epidemiológicas entre *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*.

Aspecto	<i>Aedes aegypti</i>	<i>Aedes albopictus</i>
Ecologia	Urbano e domiciliar	Periurbano, rural e bordas florestais
Alimentação	Predominantemente antropofílico	Diversificado: humanos, mamíferos, aves, répteis, anfíbios
Importância epidemiológica	Principal vetor de dengue, zika e chikungunya	Vetor secundário; potencial vetor de ponte
Dispersão	Voos curtos (30–100 m; podendo chegar >600 m)	Mais plástico, adaptado a ambientes de transição
Expansão geográfica	Principalmente regiões tropicais e subtropicais	Crescente em regiões tropicais e temperadas

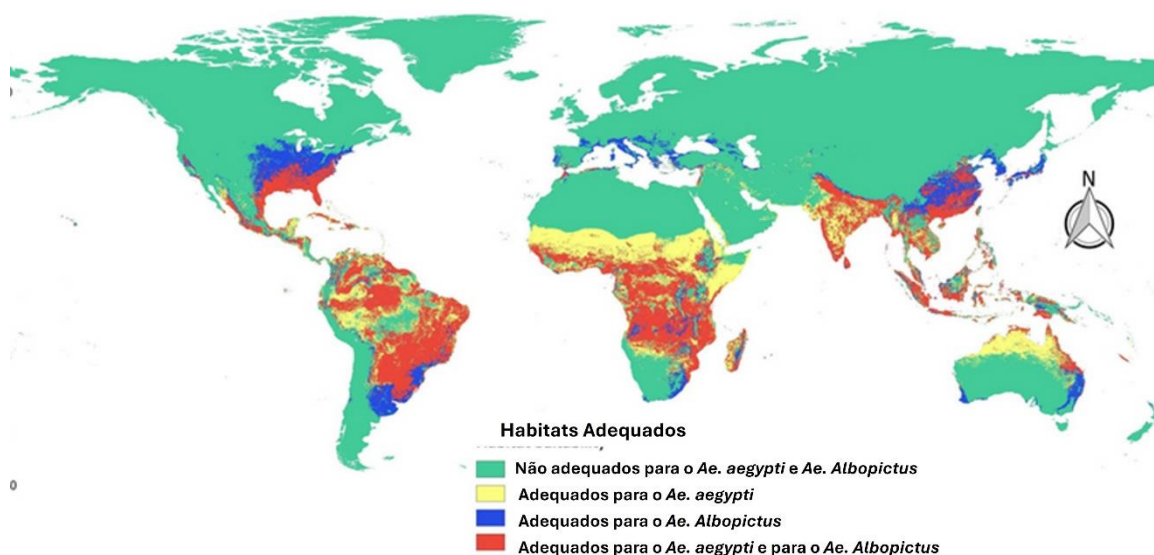
No Brasil o controle vetorial está focado na espécie *Aedes aegypti*. Os esforços de controle do *Aedes aegypti* no Brasil remontam a 1914, com ações lideradas pela Fundação Rockefeller contra a febre amarela (Magalhães, 2016). Em 1950, o mosquito chegou a ser declarado eliminado em grande parte das Américas, mas foi reintroduzido em 1967. A partir da década de 1970, as campanhas perderam prioridade, passando a ser descentralizadas com a criação do Sistema Único de Saúde (Valle, 2021; Valle; Pimenta; Cunha, 2015). Desde 2001, a meta de erradicação foi substituída por estratégias de monitoramento e controle integrado.

Apesar das semelhanças morfológicas e biológicas, *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* diferem quanto à ecologia, comportamento alimentar e relevância epidemiológica. A correta identificação das espécies e a compreensão de suas interações são fundamentais para a vigilância entomológica e para o manejo integrado das arboviroses em cenários urbanos de coexistência.

4.2.4 Coexistência entre *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*

A distribuição das populações de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* encontra-se distribuída por quase todo o mundo, com exceção de locais congelados (FORATTINI, 2002), conforme ilustrado pela Figura 14, que detalha a sobreposição global de seus habitats e as áreas de potencial coexistência. Estando relacionadas com fatores ecológicos, climáticos e antropogênicos (KRAEMER et al., 2015).

Figura 14- Distribuição do habitat de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*.



Fonte: Leta et al., 2018.

O *Aedes aegypti* apresenta comportamento predominantemente doméstico, sendo encontrado, na maior parte do tempo, dentro das residências. Em contraste, o *Aedes albopictus* predomina em áreas peridomiciliares ou até mesmo em locais mais distantes das habitações humanas, o que reduz seu contato direto com as pessoas (Valle; Pimenta; Cunha, 2015).

Essas duas espécies podem coexistir em ambientes urbanos e periurbanos, compartilhando o mesmo nicho ecológico (HONÓRIO et al., 2006). Além disso, utilizam os mesmos recipientes artificiais e naturais para a oviposição, vivendo em constante estresse competitivo (CAMARA et al., 2016; LEISNHAM et al., 2009).

A coexistência entre *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* pode gerar competição intra e interespecífica, devido à limitação de recursos ambientais, o que impacta a composição e a abundância das populações localmente estabelecidas (FORATTINI, 1998). A ocupação do mesmo nicho ecológico pode resultar tanto no deslocamento competitivo de uma espécie pela outra quanto na estabilização da coexistência entre ambas (Camargo et al., 2021).

A dinâmica competitiva entre essas espécies varia conforme a região. Um estudo realizado por Passos et al. (2003) em São Sebastião-SP observou um aumento progressivo da dominância do *Aedes aegypti* em relação ao *Aedes albopictus*. Já na Flórida, pesquisas indicam um crescimento populacional do *Aedes albopictus*, superando o *Aedes aegypti* (RYAN et al., 2019; BRENNAN et al., 2021). Em Bermudas, a introdução do *Aedes albopictus* resultou na redução da população de *Aedes aegypti*. No entanto, em algumas regiões tropicais, como Bangkok, Kuala Lumpur, Manila, sul de Taiwan e no porto colombiano de Letícia, o *Aedes albopictus* não conseguiu estabelecer sua superioridade competitiva (Hasan et al., 2024). No Panamá, estudos sugerem que o *Aedes albopictus* está deslocando rapidamente o *Aedes aegypti*, e há registros históricos de substituições completas em determinadas áreas (Bennett et al., 2021).

Outro fator relevante na interação entre essas espécies é a interferência reprodutiva assimétrica, conhecida como efeito “satyr”. Estudos mostram que os machos de *Aedes albopictus* apresentam maior taxa de sucesso na inseminação de fêmeas de *Aedes aegypti* do que o inverso, resultando na produção de ovos inviáveis. Esse fenômeno pode impactar significativamente a coexistência dessas espécies em habitats compartilhados (Hasan et al., 2024).

Além disso, ambas as espécies possuem hábitos larvais semelhantes, especialmente no que se refere à oviposição e ao desenvolvimento da fase aquática em criadouros artificiais de retenção de água. A competição durante a fase larval tem sido um fator determinante no deslocamento do *Aedes aegypti* pelo *Aedes albopictus* em várias regiões das Américas. Estudos laboratoriais e de campo realizados nos EUA e no Brasil demonstram que o *Aedes albopictus* geralmente apresenta vantagem competitiva, especialmente em condições de recursos limitados. No entanto, essa vantagem depende do contexto ecológico e da disponibilidade de recursos aquáticos. Ambientes com matéria orgânica de rápida degradação, como levedura, detritos animais e pó de fígado, podem reduzir a superioridade do *Aedes albopictus*,

favorecendo a coexistência das espécies. Por outro lado, a presença de folhas decíduas ou coníferas na água tende a aumentar sua competitividade (Camara et al., 2016).

Por fim, as ações de controle vetorial podem influenciar a coexistência dessas espécies. Pesquisas indicam que populações de *Aedes aegypti* têm desenvolvido resistência a inseticidas amplamente utilizados, o que pode impactar as estratégias de manejo e alterar a dinâmica populacional entre essas espécies (Rivera-Serrano et al., 2024).

O que tal mudança (na dinâmica de coexistência e competição) poderia impactar quanto à distribuição da doença, prevenção e monitoramento?

A mudança na dinâmica populacional entre *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, com o deslocamento de uma espécie pela outra ou a estabilização de sua coexistência, tem impactos significativos na epidemiologia das arboviroses:

- **Distribuição da Doença:** O *Aedes aegypti* é um vetor mais eficiente de vírus como dengue, Zika e chikungunya em ambientes urbanos devido ao seu comportamento fortemente antropofílico e domiciliar. Se houver um deslocamento do *Aedes aegypti* pelo *Aedes albopictus* em uma região, pode ocorrer uma redução na taxa de transmissão dessas doenças, pois o *Aedes albopictus* tem menor contato com humanos. No entanto, o *Aedes albopictus* é um vetor competente e pode sustentar a transmissão em áreas silvestres e rurais, além de ser um importante vetor de outros arbovírus (como o da febre amarela silvestre), potencialmente expandindo a área de risco para essas doenças. Portanto, a mudança pode levar a uma alteração geográfica e de intensidade dos surtos.
- **Prevenção:** As estratégias de prevenção precisariam ser adaptadas. O controle focal (eliminação de criadouros) continuaria sendo essencial, mas os locais de ação prioritária mudariam. O combate ao *Aedes aegypti* foca no ambiente intra e peridomiciliar. Com a dominância do *Aedes albopictus*, as ações precisariam se expandir para áreas verdes, parques, cemitérios e outros locais com vegetação onde este mosquito se prolifera. A resistência a inseticidas, mais comum no *Aedes aegypti*, também exige que as campanhas de prevenção química sejam constantemente reavaliadas para ambas as espécies.
- **Monitoramento:** Os programas de vigilância entomológica não podem se restringir apenas ao *Aedes aegypti*. É crucial incluir o *Aedes albopictus* nas

armadilhas de monitoramento (ovitampas, larvitampas) e nos levantamentos de índice de infestação, especialmente em áreas de transição entre urbano e silvestre. entender qual espécie é predominante e como interagem é vital para prever o risco de surtos. A detecção precoce de uma mudança na predominância de espécies serve como um alerta para adaptar as estratégias de controle e avaliar o risco epidemiológico potencial.

A dinâmica competitiva entre essas espécies não é apenas uma questão ecológica, mas um fator determinante que pode alterar o panorama epidemiológico das arboviroses, demandando um sistema de vigilância e controle vetorial mais abrangente e dinâmico.

4.3 Vigilância Entomológica

A Vigilância Entomológica constitui um componente essencial da saúde pública, voltado ao acompanhamento contínuo das populações de vetores, de sua densidade, distribuição espacial e dinâmica temporal, com o objetivo de antecipar cenários de risco e subsidiar medidas de prevenção e controle (GOMES, 2002).

Historicamente, no Brasil, a vigilância do gênero *Aedes* estruturou-se a partir de inspeções domiciliares conduzidas por agentes de combate a endemias, com busca ativa de criadouros e formas imaturas. Dessa prática derivam os indicadores clássicos (GOMES, 1998; SAÚDE, 2012), ainda hoje amplamente empregados:

- Índice de Infestação Predial (IIP): percentual de imóveis positivos em relação ao total inspecionado;
- Índice de Breteau (IB): número de recipientes positivos por 100 imóveis pesquisados;
- Índice de Recipientes Positivos (ITR): proporção de criadouros positivos por tipo específico;
- Índice de Recipientes (IR): percentual de recipientes com água que apresentaram positividade;
- Índice de Densidade Larvária (IDL): média de larvas coletadas por imóvel inspecionado;

- Índice Estegômico (IS): razão entre focos positivos e a população da área, por mil habitantes;
- Índice de Densidade Larvária de Estegomia (IDLS): número de larvas da espécie-alvo por mil habitantes;
- Índice Pupal (IPu): razão entre pupas coletadas e imóveis inspecionados (OPAS, 2020).

Apesar de sua relevância histórica, tais indicadores apresentam restrições importantes: dependem do acesso aos imóveis, variam conforme a capacitação dos agentes e refletem apenas situações pontuais, o que limita a sensibilidade para identificar mudanças precoces na densidade vetorial (HONÓRIO et al., 2009; CÂMARA et al., 2022).

Nesse contexto, o uso de armadilhas entomológicas passou a complementar e, em alguns cenários, substituir métodos tradicionais. Desde a década de 1960, estudos já apontavam a utilidade desses dispositivos para monitorar populações de mosquitos (MAGALHÃES, 2016). Entre os principais modelos destacam-se:

- Ovitampas, que registram a atividade de oviposição por meio da captura de ovos em substratos artificiais, permitindo estimar a abundância relativa de fêmeas grávidas na área (foto 1).
- Larvitampas, destinadas à detecção de formas imaturas diretamente na água, possibilitando a identificação específica de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (foto 2).

Figura 15- Armadilha ovitrampa:



Fonte: SANTA CATARINA, 2022.

Figura 16- Armadilha do tipo Larvitrapa:



Fonte: Autor, 2025

Essas armadilhas apresentam vantagens como padronização, baixo custo, não dependência de acesso a imóveis e coleta contínua em pontos estratégicos. Além disso, favorecem a identificação por espécie e ampliam a capacidade de vigilância em áreas urbanas, aumentando a sensibilidade do monitoramento e a comparabilidade entre diferentes períodos e regiões (HONÓRIO et al., 2009; SILVA; LIMONGI, 2018).

A partir de sua utilização, surgiram indicadores mais robustos, entre os quais se destaca o Índice de Larvas por Armadilha Inspeccionada (ILAI). Esse índice é calculado como a razão entre o número de larvas coletadas e o total de armadilhas inspeccionadas. Por ser expresso como taxa e não em valores absolutos, o ILAI mantém sua comparabilidade temporal e espacial, mesmo quando há variações no número de armadilhas implantadas, como ocorreu em Joinville ao longo da série histórica.

Assim, a incorporação das armadilhas e de indicadores derivados como o ILAI fortalece a vigilância entomológica, tornando-a mais sensível, padronizada e preditiva, ao mesmo tempo em que oferece subsídios técnicos mais consistentes para orientar políticas públicas e estratégias de controle das arboviroses urbanas (CROMWELL et al., 2017; OPAS, 2020).

4.4 VIGILÂNCIA E EPIDEMIOLÓGICA

A Vigilância Epidemiológica constitui um pilar fundamental da saúde pública, voltada ao acompanhamento contínuo da ocorrência e distribuição de doenças e agravos na população, com o objetivo de detectar mudanças em seu comportamento, identificar fatores de risco e subsidiar medidas de prevenção e controle (Teixeira et al., 1998).

Historicamente, no Brasil, a vigilância epidemiológica estruturou-se a partir da notificação compulsória de doenças, prática que remonta à criação das primeiras listas de agravos em 1961. Sua institucionalização ocorreu com a Lei nº 6.259/1975, que estabeleceu as bases para o Sistema Nacional de Vigilância Epidemiológica (SNVE). A Lei nº 8.080/1990 consolidou esse conceito, definindo-a como “um conjunto de ações que proporcionam o conhecimento, a detecção ou prevenção de qualquer mudança nos fatores determinantes e condicionantes de saúde individual ou coletiva, com a finalidade de recomendar e adotar as medidas de prevenção e controle das doenças ou agravos” (BRASIL, 1990).

A operacionalização da vigilância epidemiológica no país apoia-se no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), implantado gradualmente a partir de 1993. O SINAN tem como objetivo “coletar, transmitir e disseminar dados gerados rotineiramente pelo Sistema de Vigilância Epidemiológica das três esferas de governo, por intermédio de uma rede informatizada, para apoiar o processo de investigação e dar subsídios à análise das informações de vigilância epidemiológica das doenças de notificação compulsória” (EPIDEMIOLÓGICA, 2007). A alimentação regular da base nacional por municípios, estados e Distrito Federal tornou-se obrigatória em 1998.

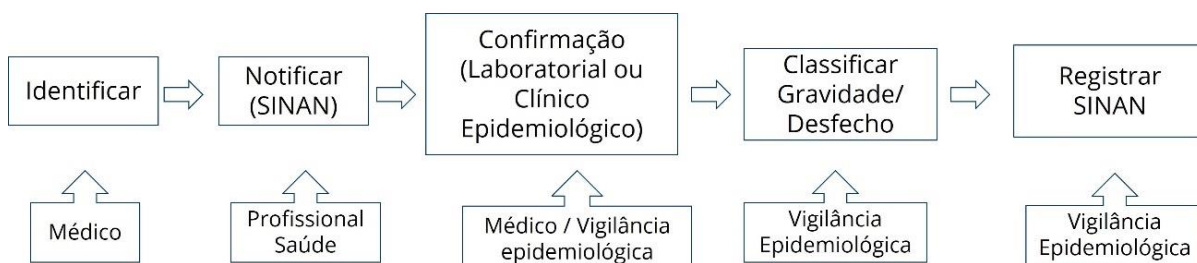
A dengue, devido ao seu potencial epidêmico e impacto na saúde pública, foi incluída na lista de Agravos e Doenças de Notificação Compulsória do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017). A notificação é realizada por médicos, profissionais de saúde ou responsáveis por estabelecimentos de saúde, públicos ou privados, por meio do SINAN.

Em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (Lei nº 13.709/2018), os dados individuais do SINAN são de acesso restrito. Para conciliar transparência e proteção de dados, relatórios epidemiológicos e painéis públicos são disponibilizados com informações consolidadas e anonimizadas, permitindo análises detalhadas por período e área geográfica.

Para o agravo dengue, a ficha de notificação deve conter informações pessoais do paciente, dados clínicos e laboratoriais relevantes (como sinais de alarme, doenças pré-existentes, resultado de sorologia), Local Provável de Infecção (LPI), classificação final do caso segundo a gravidade, critério de confirmação e evolução (cura, óbito, internação, entre outros). A notificação dos casos suspeitos deve ser realizada antes da confirmação diagnóstica, conforme os protocolos de vigilância.

O fluxo completo deste processo, desde a identificação até o registro no sistema, está esquematizado na Figura 17.

Figura 17- Fluxograma de registro de casos de dengue no SINAN.



Fonte: Autor, 2025.

Dentre os principais indicadores utilizados na vigilância da dengue, destacam-se (PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, 2008):

- Incidência de Casos Prováveis de Dengue (ICPD): Relação entre o número de casos notificados de dengue (confirmados + em investigação) e a população local, multiplicada por 100.000 habitantes.
- Incidência de Casos de Dengue (ICD): Relação do número de casos confirmados de dengue por 100.000 habitantes, em determinado espaço geográfico e período.
- Taxa de Mortalidade por Dengue (TMD): Relação do número de óbitos por dengue por 100.000 habitantes.
- Taxa de Letalidade por Dengue (TLD): Relação percentual entre os óbitos por dengue e os casos confirmados.
- Taxa de Letalidade dos Casos Graves de Dengue (TLCGD): Relação percentual entre os óbitos por dengue e os casos confirmados com classificação grave.

- Taxa de Hospitalização por Dengue (THD): Relação percentual entre o número de hospitalizações por dengue e o número de casos confirmados.

A interpretação desses indicadores deve considerar desafios inerentes à vigilância, como a subnotificação, frequente devido a infecções oligossintomáticas ou inaparentes, e a supernotificação, possível durante epidemias, quando a confirmação laboratorial pode ser insuficiente (TEIXEIRA; GUERRA, 1999; VASCONCELOS et al., 2000).

5. MÉTODOS

O presente capítulo descreve o delineamento metodológico adotado para a investigação da coexistência entre *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* e sua relação com a incidência de dengue em Joinville/SC, no período de 2010 a 2024. São apresentados a área de estudo, as fontes de dados entomológicos, epidemiológicos, censitários e cartográficos, bem como os procedimentos de coleta, organização e análise. Também são detalhadas as variáveis consideradas e as técnicas aplicadas para o tratamento estatístico, análise temporal, espacial e de correlação. Essa estrutura metodológica busca assegurar rigor científico e reprodutibilidade aos resultados obtidos.

5.1 Delineamento do Estudo

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo ecológico, observacional, retrospectivo e analítico (Toassi, 2020), com análise de série histórica (2010-2024). Foram utilizados dados entomológicos e epidemiológicos referentes ao município de Joinville, localizado no estado de Santa Catarina (SC), com recorte espacial delimitado à área urbana e suas subdivisões por bairros, que constituem a unidade de análise deste estudo.

A abordagem adotada é quantitativa, fundamentada na utilização de dados secundários provenientes de sistemas oficiais de vigilância em saúde. A análise dos dados será realizada por meio de técnicas estatísticas descritivas e inferenciais, incluindo análise de tendência, sazonalidade, correlação e espacialização, visando identificar padrões, associações e tendências tempo espaciais (Pegolo, 2020).

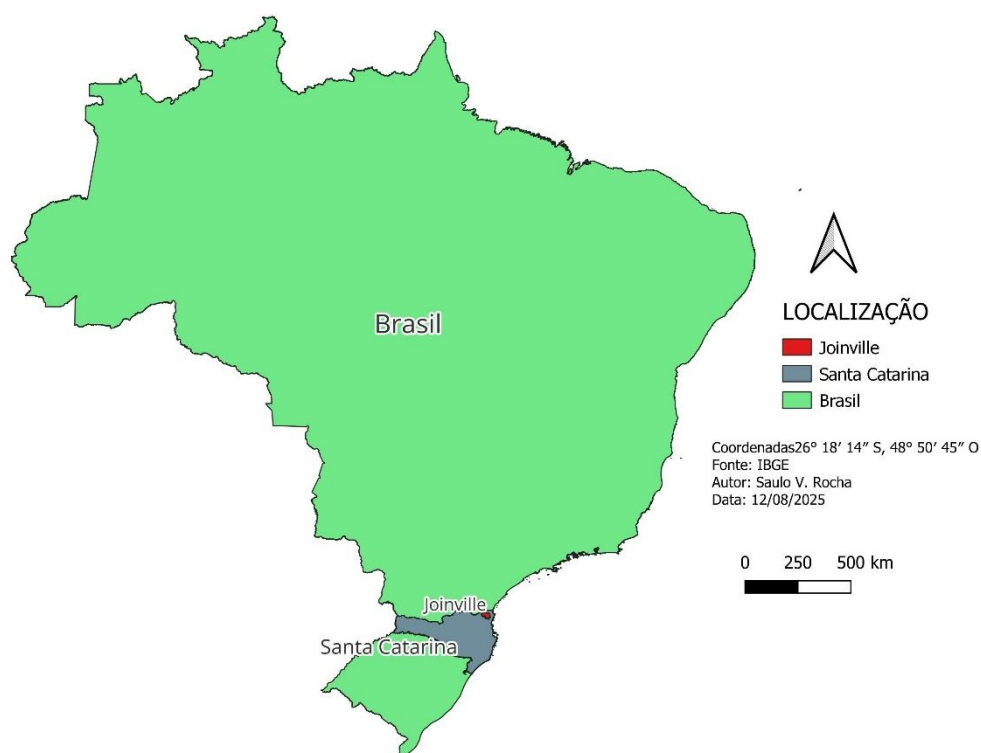
A fonte de dados secundários compreende registros sistematizados provenientes de órgãos públicos.

O objetivo central da investigação é analisar a coexistência das espécies *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* no território urbano de Joinville/SC e sua correlação com os casos notificados de dengue entre os anos de 2010 e 2024.

5.2 Área de estudo

A Cidade de Joinville está localizada na Região Sul do Brasil, coordenadas Latitude Sul 26°18'05", Longitude Oeste 48°50'38" (Figura 18). É o polo da microrregião nordeste do Estado de Santa Catarina, sendo a maior cidade catarinense. Com área de 1.125 km², sendo a área urbana de 213,18 Km². A sede fica na cota de 4,5 metros de altitude (JOINVILLE, 2022).

Figura 18- Localização de Joinville/SC.



Fonte: Autor, 2025.

O clima, de acordo com a classificação de Köppen, é “mesotérmico, úmido, sem estação seca”. Com umidade média do ar superior a 75% (JOINVILLE, 2022).

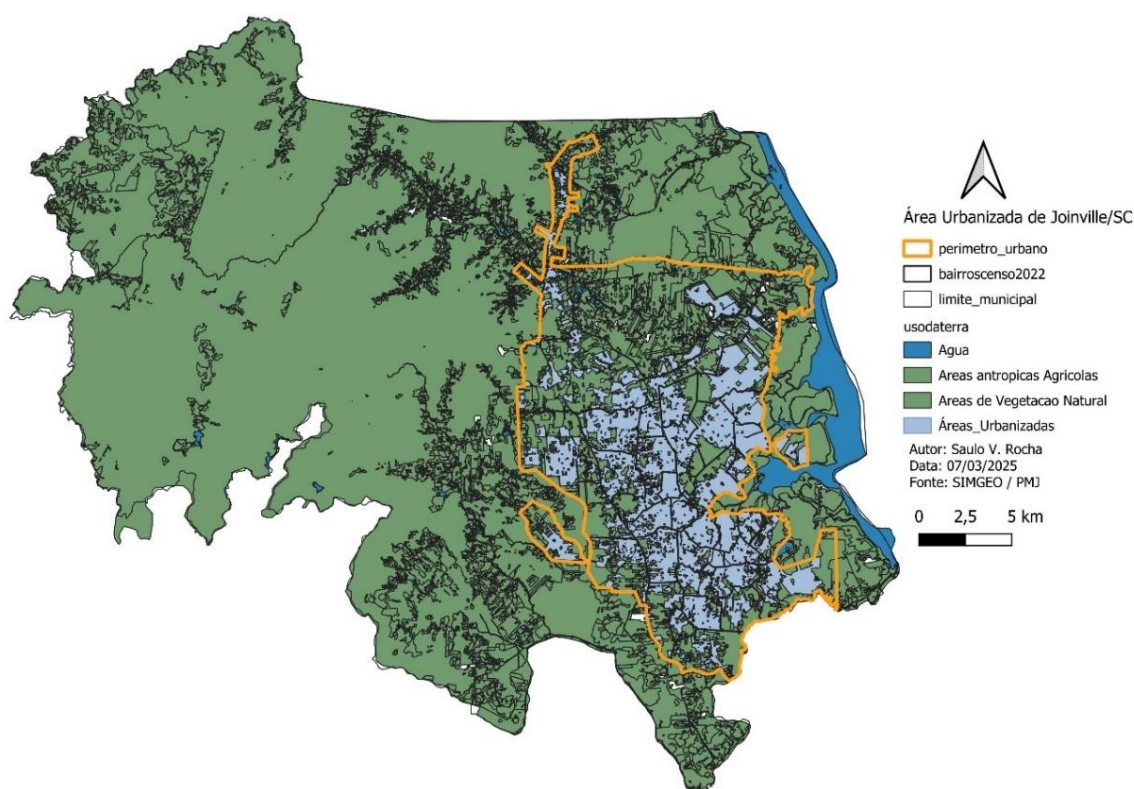
Joinville está inserido no bioma Mata Atlântica, sendo 60% do seu território coberto por essa vegetação, sendo 716 Km². As áreas de uso agrícola somam 338 km², sendo 30% do território do municipal. (JOINVILLE, 2024).

Sua ocupação inicia em 1800, com famílias de origem portuguesas, possivelmente vindas de São Francisco do Sul. Na década de 1840 se intensificou a

ocupação do território através da Sociedade Colonizadora de Hamburgo, na época denominada Colônia Dona Francisca, com imigrantes alemães, suíços, noruegueses, austríacos, suecos, dinamarqueses, belgas, holandeses, franceses e italianos. Entre as décadas de 1950 e 1980 a cidade teve seu crescimento intensificado pelo desenvolvimento industrial, se tornando dos principais polos industriais de Santa Catarina (JOINVILLE, 2022).

Os limites urbanos e rurais são estabelecidos na Lei Complementar nº 470/2017, conforme delimitada na Figura 19. O área contida no perímetro urbano é de 260 km².

Figura 19- Área urbanizada de Joinville/SC.



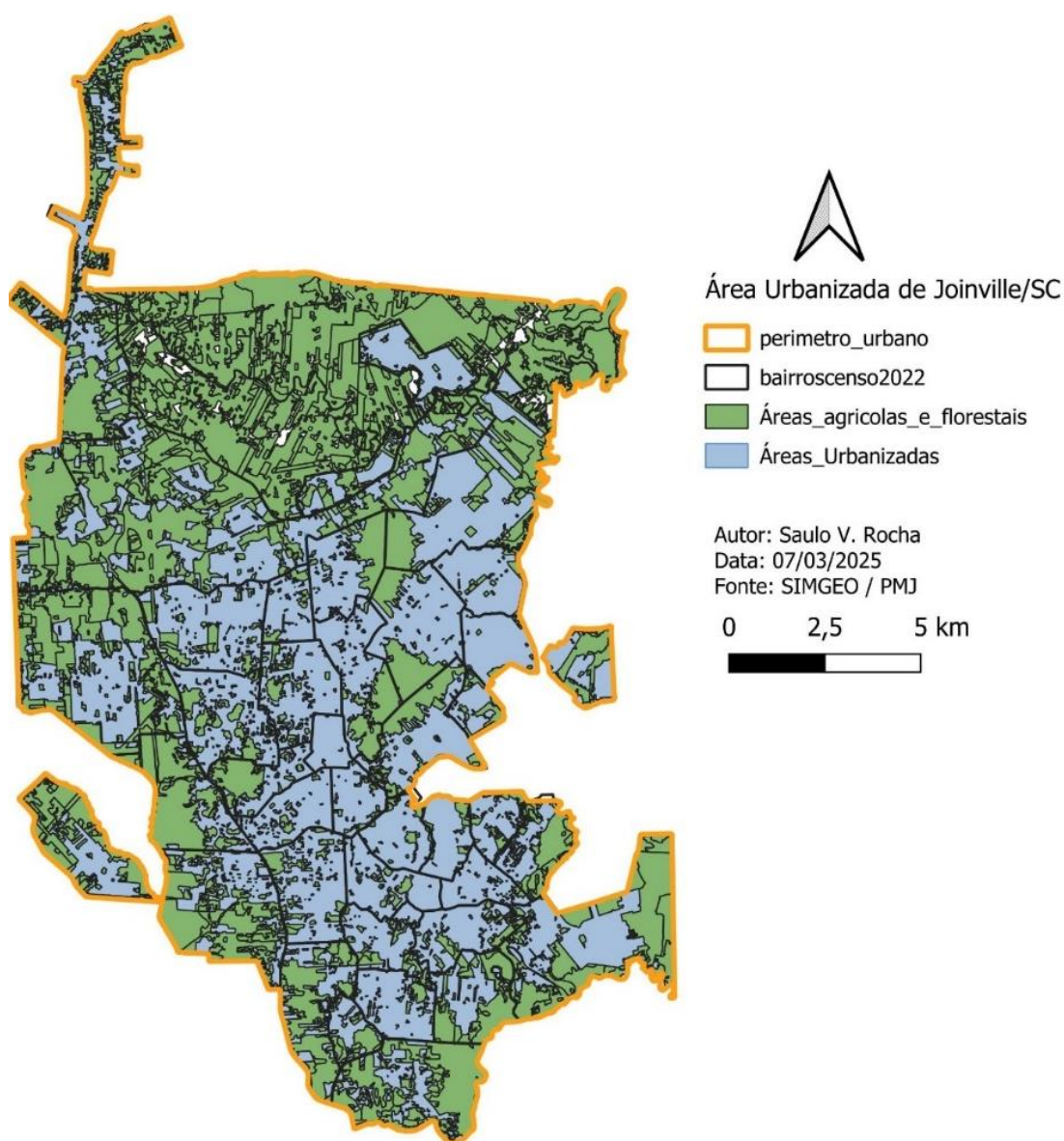
Fonte: Autor, 2025.

A cidade mantém na sua área urbana fragmentos da Mata Atlântica, especialmente em morros e áreas de preservação permanente (APPs), como

margens de rios e encostas e Unidades de Conservação e uso agrícola. A área urbanizada dentro do perímetro urbano é estimada em 116 Km², sendo 44,6% do uso do solo do perímetro urbano, dos quais 55,4% são ocupados por fragmentos silvestres ou uso agrícola (144 km²) (Figura 20).

As peculiaridades silvestres na área urbana, assim como o uso agrícola nessas áreas são de fundamental relevância na dinâmica da coexistência de mosquitos do gênero *Aedes* (Figura 20).

Figura 20- Ocupação do solo, no perímetro urbano.



Fonte: Autor, 2025.

No censo demográfico de 2022 foi registrada a população residente de 616.317 habitantes, dentro de uma densidade demográfica de 546,41 habitantes por Km², estando entre as 164 cidades com maior demografia no Brasil (IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2024). A demografia é calculada pela população pela área total do município.

A densidade utilizando todo território do município total, não é um indicador adequado para visualização de concentração populacional do município, pois a população habita predominantemente a área urbana, a qual representaria entorno de 96,6% da população. (JOINVILLE, 2017a). A população residente na área urbana é estimada, com base em mapas públicos do SIMGEO e dados censitários do IBGE de 2022 em 595 habitantes. A densidade da área urbana é estimada em 2.795 Hab./m².

O salário médio mensal dos trabalhadores formais em 2022, foi de 2,8 salários-mínimos mensais, sendo ranqueado entre os 233 municípios do país com melhores salários. O PIB PER CAPITA em 2021 foi de R\$ 74.531,62, estando entre as 402 cidades com maior PIB do país. O IDEB - Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (2023) anos finais do ensino fundamental - rede pública 5,7, estando em 398º lugar. (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2023)

O Sistema Único de Saúde em Joinville possui é composto por Atenção Básica e Atenção Especializada.

A atenção básica é constituída por 57 Unidades Básicas de Saúde.

Atenção Especializada em Joinville inclui 17 serviços ambulatoriais e pré-hospitalares que oferecem suporte à Atenção Primária. Conta com três Pronto-Atendimentos (PAs). O SAMU opera com 8 ambulâncias disponíveis. A rede opera com oito hospitais, sendo três públicos, um filantrópico e quatro privados (JOINVILLE, 2017a).

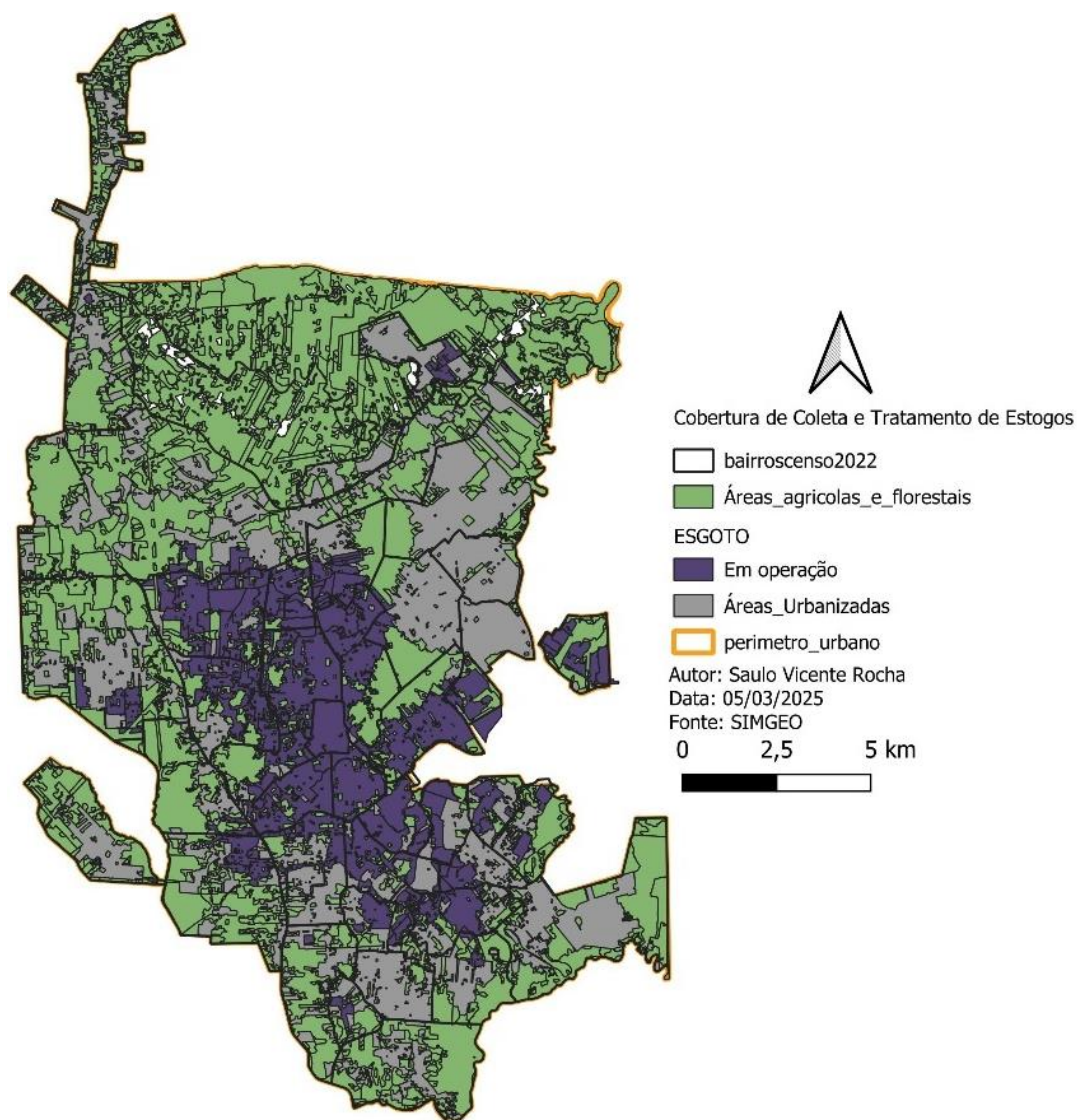
Os serviços de saneamento básico são estruturados, sendo os serviços de Coleta de Resíduos Domiciliares executado pela empresa Ambiental Limpeza Urbana e Saneamento Ltda., serviço de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgotos pela empresa Águas de Joinville e serviços de drenagem pela Secretaria de Infraestrutura Urbana do município (JOINVILLE, 2025).

Os serviços de Coleta de Resíduos Domiciliares com cobertura universalizada em todo seu território com frequências de coleta variáveis conforme o tipo de via

urbana, sendo diária para eixos viários e 3 vezes por semana para os demais tipos de via. A modalidade de coleta adotada é caracterizada como coleta convencional porta a porta. O planejamento de coleta estabeleceu 3 setores com frequência de coleta diária e 89 setores com coleta alternada de 3 vezes por semana (JOINVILLE, 2025).

O fornecimento de água tem cobertura universalizada (99,59% da população atendida em 2023). O esgotamento sanitário tem expandido sua cobertura, estando População atendida com esgoto: 209.218 habitantes (45,5% da população) da cidade com rede de coleta e tratamento em operação (Figura 21).

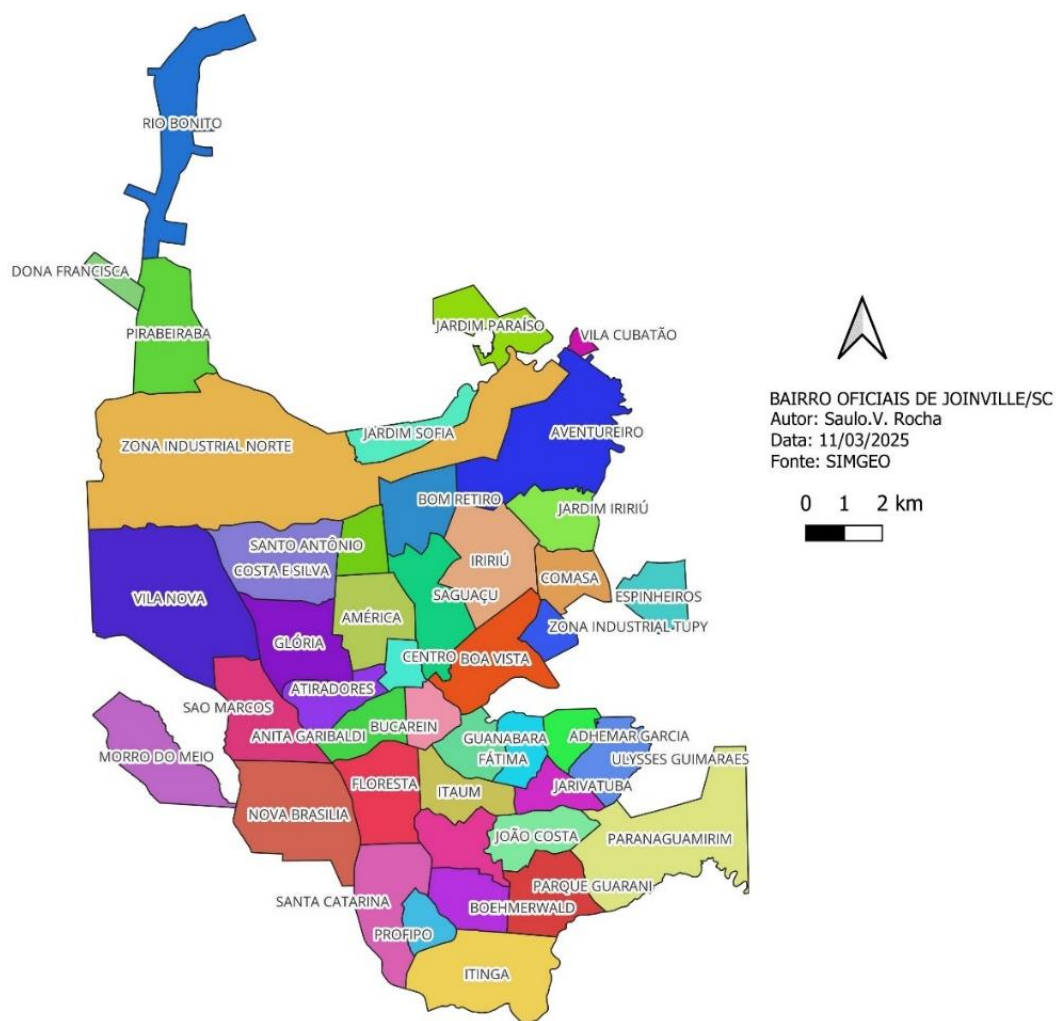
Figura 21- Área com rede coletara e tratamento de esgotos em operação.



Fonte: Autor, 2025.

Para fins de administração do território, a Lei Complementar nº 54/ 1997, o dividiu o Município em 2 distritos e 43 bairros (Figura 22). Essas divisões são utilizadas para agrupamentos de dados, permitindo análise estatística como unidade de território.

Figura 22- Bairros oficiais de Joinville/SC.

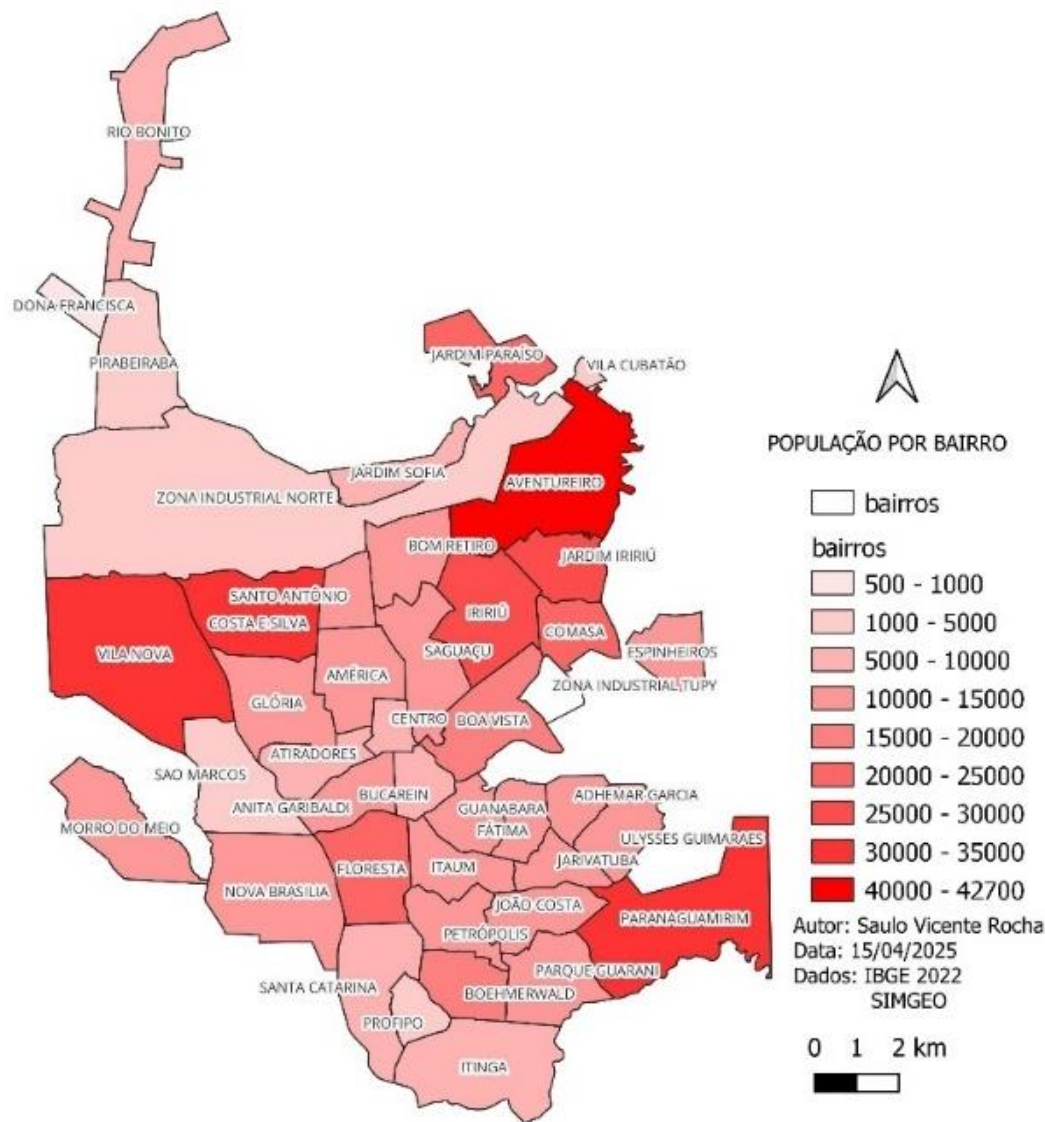


Fonte: Autor, 2025.

Os bairros de Joinville possuem heterogeneidade que devem ser consideradas nas análises. Entre as diferenças, estão extensão territorial, uso do solo e quantidade de habitantes. Há dois bairros com ocupação do solo predominante industrial, sendo eles a Zona Industrial Norte e a zona industrial Tupy. O bairro com menor população é o Dona Francisca, o qual possuía em 2022, 600 habitantes,

enquanto o bairro aventureiro, que é o mais populoso 42.700 habitantes (Figura 23) (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2023).

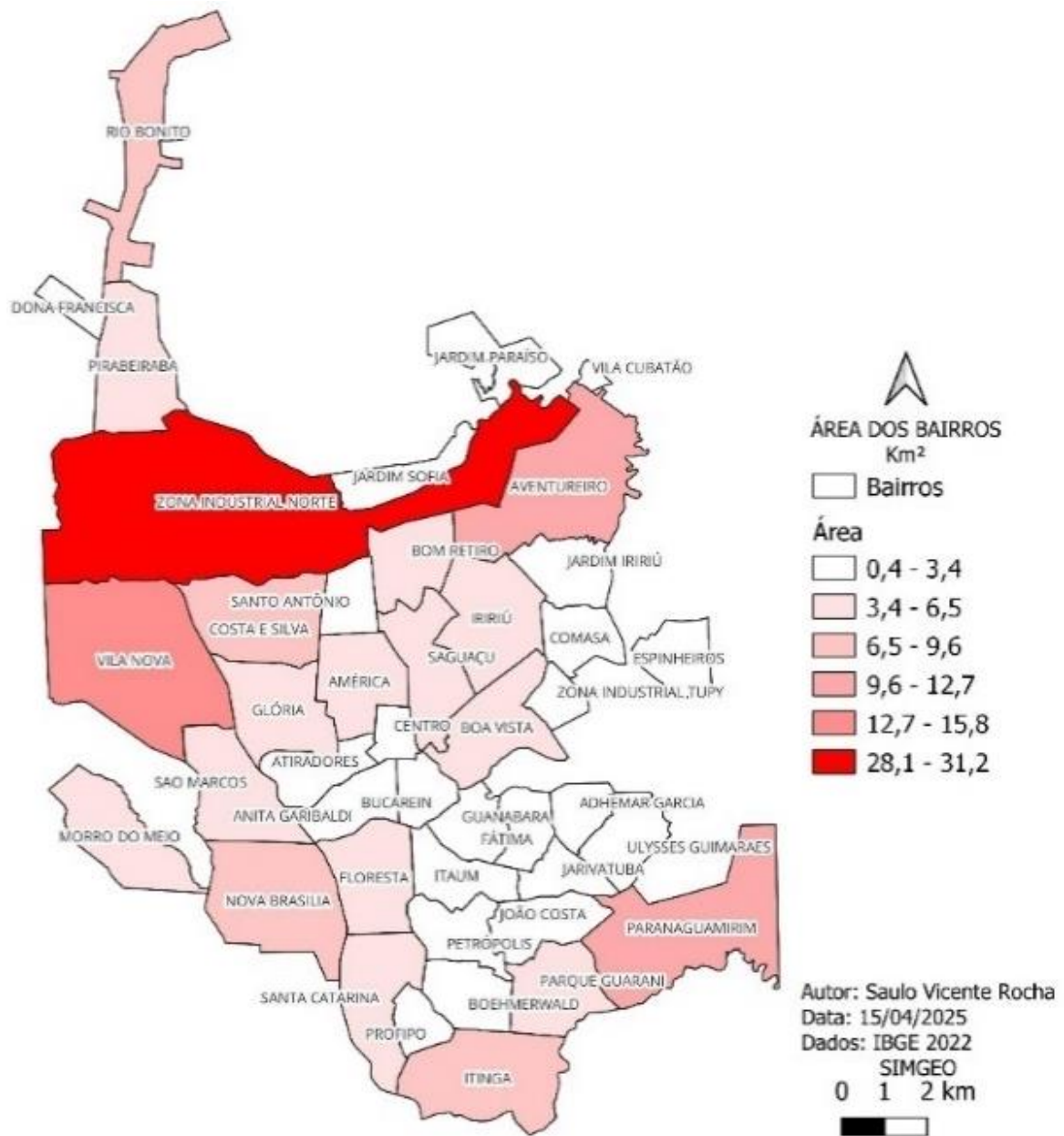
Figura 23- População por bairro de Joinville.



Fonte: Autor, 2025.

O bairro com maior extensão territorial é o Vila Nova, com 14,3 km², enquanto o bairro Dona Francisca 1,1 km² (Figura 24) (JOINVILLE, 2017b).

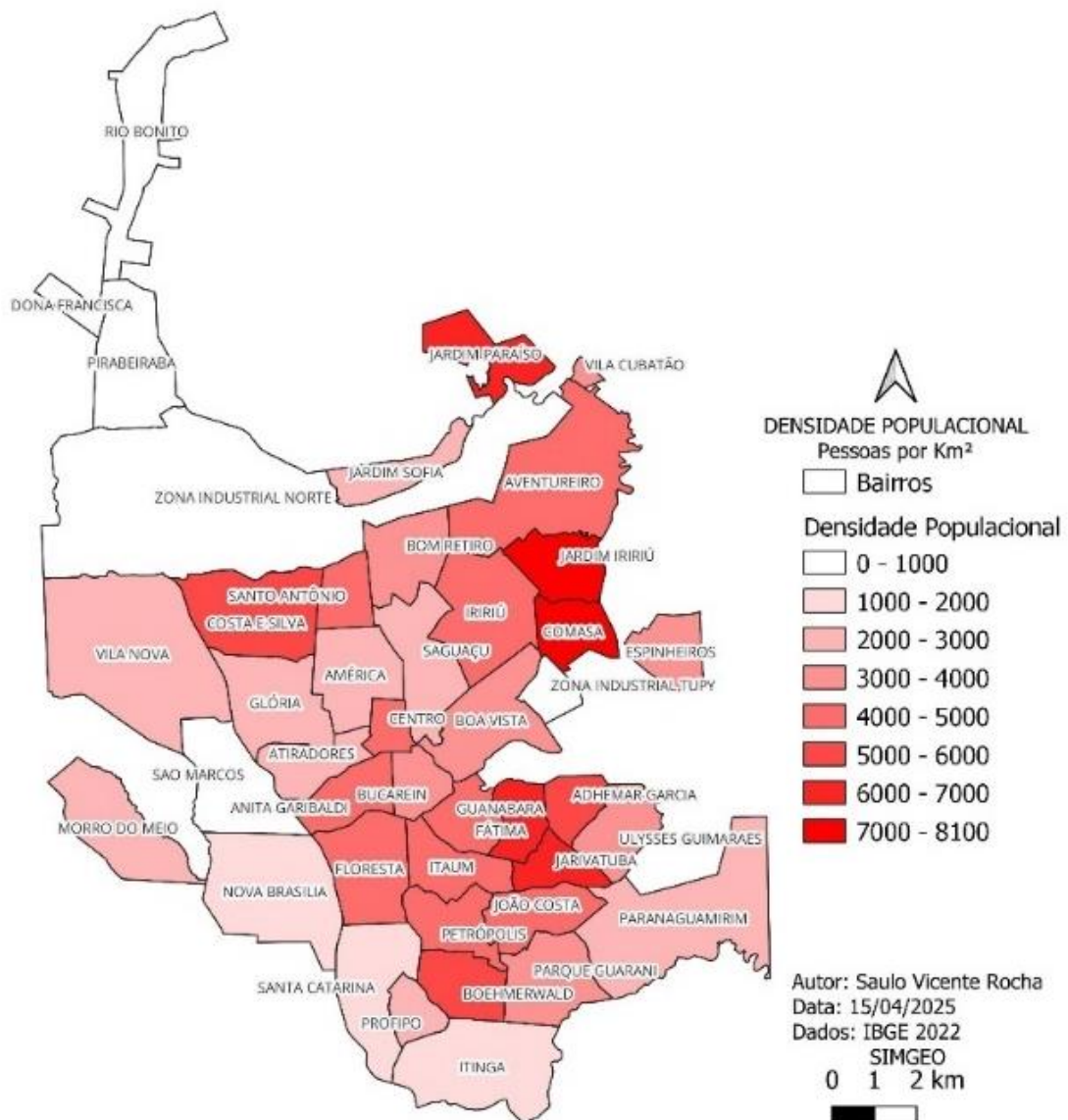
Figura 24- Área dos bairros de Joinville.



Fonte: Autor, 2025.

Os bairros com maior densidade populacional são o Comasa e Jardim Iriirú (Figura 25) (JOINVILLE, 2017b).

Figura 25- Densidade Populacional dos bairros de Joinville.



Fonte: Autor, 2025.

5.3 Fonte e método de coleta de dados

Os dados a serem utilizados na pesquisa são secundários e públicos, compostos por conjuntos de dados entomológicos, epidemiológicos, ambientais e socioeconômicos.

Os dados entomológicos são provenientes do monitoramento entomológico de mosquitos da espécie *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* realizado pela Vigilância Ambiental, da Secretaria Municipal Saúde de Joinville e os dados epidemiológicos de dengue registrados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação – SINAN referente ao período de janeiro de 2020 a dezembro de 2024.

5.3.1 Dados entomológicos

Os dados entomológicos utilizados neste estudo são oriundos do programa de monitoramento do *Aedes aegypti* realizado pelo Serviço de Vigilância Ambiental da Secretaria Municipal da Saúde de Joinville. A rede de monitoramento, implantada em 2005, utiliza larvitampas, as quais são vistoriadas semanalmente por Agentes de Endemias.

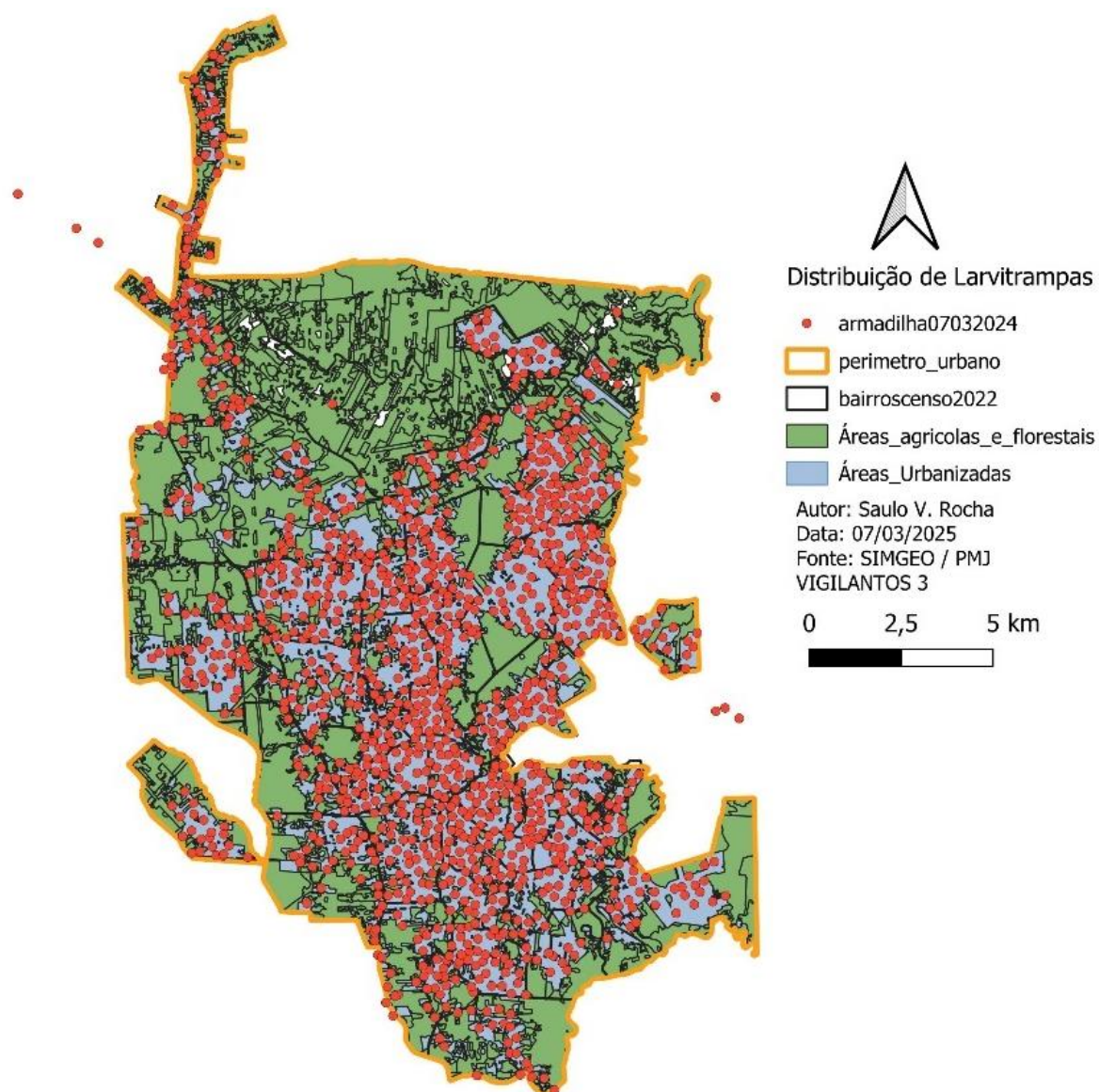
As larvitampas são instaladas a cerca de 80 cm do solo, em locais cobertos, sombreados e com baixa circulação de pessoas. Cada uma é preenchida com água até dois terços de sua capacidade, criando um ambiente propício para a oviposição por fêmeas de *Aedes*. Quando larvas ou pupas são detectadas, a armadilha é escovada e submetida à flambagem para evitar falsos-positivos na coleta subsequente (SANTA CATARINA, 2022a).

A rede foi inicialmente estabelecida com um espaçamento em malha de 200 x 200 metros, adequado para um município não infestado. Em 2020, o espaçamento foi redimensionado para 300 x 300 metros, utilizando-se ferramentas de geoprocessamento para otimizar e homogeneizar a distribuição das armadilhas, corrigindo áreas de superposição ou baixa cobertura (SANTA CATARINA, 2022a).

Ressalta-se que a alteração do espaçamento da rede entomológica, de 200 x 200 metros para 300 x 300 metros a partir de 2020, não compromete a comparabilidade temporal dos dados. O Índice de Larvas por Armadilha Inspecionada (ILAI) é expresso em forma de taxa, calculada pela razão entre larvas identificadas e armadilhas inspecionadas, o que assegura sua independência em relação ao número absoluto de armadilhas instaladas. Dessa forma, a consistência analítica do indicador é preservada ao longo de toda a série histórica.

Atualmente, a rede é composta por 1.280 pontos de monitoramento (Figura 26).

Figura 26- Rede entomológica de Joinville/SC.



Fonte: Autor, 2025.

Após a coleta, as amostras contendo formas imaturas (larvas e pupas) são acondicionadas em recipientes estéreis identificados e transportadas sob refrigeração para o Laboratório de Entomologia de Joinville. O protocolo de identificação segue as seguintes etapas:

1. **Fixação e Conservação:** As larvas são fixadas em álcool 70% para preservação das estruturas morfológicas.

2. Montagem em Lâmina: Para identificação em nível de espécie, as larvas são clarificadas em solução de KOH a 10% por 24 a 48 horas, para dissolução de tecidos internos. Em seguida, são lavadas em água destilada acidificada, desidratadas em série alcoólica (80%, 90% e 100%) e diafanizadas em xilol. A montagem final é realizada entre lâmina e lamínula usando meio de montagem permanente.
3. Identificação Taxonômica: A identificação de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* é realizada com base em chaves dicotômicas específicas para Culicidae, utilizando microscopia ótica (40x a 400x). As estruturas morfológicas analisadas para distinção específica incluem:
 - Cabeça: Forma e quilificação do clipeo, número e disposição das cerdas clipeais.
 - Tórax: Padrão de quilificação e forma dos escleritos torácicos.
 - Abdômen: Características do sifão respiratório (comprimento, diâmetro, índice sifonal, número e disposição dos pentes sifonais) e do segmento anal. A distinção entre *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* baseia-se em detalhes como a forma das cerdas pectinadas sifonais e a quilificação do clipeus (CONSOLI; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994; HARBACH, 2020).

Para assegurar a confiabilidade dos dados, um rigoroso controle de qualidade é implementado. Os resultados da identificação (espécie e quantidade de larvas por armadilha) são registrados no sistema Vigilantes 3, vinculados a informações de localização (bairro, coordenadas) e tempo (data, semana epidemiológica). Adicionalmente, 10% das amostras são encaminhadas para auditoria amostral no laboratório de entomologia da DIVE/SC, garantindo a acurácia e a qualidade da discriminação por espécie, que é fundamental para as análises deste estudo.

Os dados foram extraídos do sistema Vigilantes 3, que armazena informações consolidadas desde 2007. As variáveis utilizadas incluem número de armadilhas instaladas e inspecionadas, quantidade de larvas e identificação por espécie (*Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*), organizadas por semana epidemiológica de acordo com o calendário epidemiológico nacional (Ministério da Saúde), ano e bairro.

A análise exploratória inicial revelou uma descontinuidade significativa na série histórica: a ausência total de registros para 2009 e inconsistências nos dados de 2007 e 2008. Para garantir a integridade metodológica, optou-se por utilizar o período

de 2010 a 2024, no qual os dados se apresentam completos, padronizados e com discriminação específica confiável.

As coletas de campo são realizadas continuamente por agentes que se deslocam de motocicleta, independentemente das condições climáticas. As atividades de monitoramento são interrompidas apenas durante a execução do LIRAa (duas vezes ao ano), em recessos de fim de ano ou por motivos de força maior.

Cabe destacar que, em 2020, houve interrupções temporárias nas coletas devido à pandemia de COVID-19, o que pode ter influenciado os valores observados do ILAI nesse período.

A manutenção do mesmo tipo de armadilha e da rotina de coleta ao longo da série histórica garantiu a comparabilidade temporal dos dados, evitando que mudanças operacionais interferissem na interpretação das tendências.

5.3.2 Dados epidemiológicos

O Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) é uma base de dados de interesse público com acesso restrito, devido à sensibilidade das informações individuais que contém, conforme estabelece a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD – Lei nº 13.709/2018).

Para conciliar transparência com proteção de dados, o município de Joinville (SC) disponibiliza o Painel Público de Monitoramento da Dengue, uma ferramenta de Business Intelligence que apresenta indicadores consolidados e dados anonimizados, permitindo análises detalhadas da incidência da doença, inclusive por bairro.

Para a pesquisa científica, o uso de dados agregados e anonimizados facilita estudos observacionais, ecológicos e espaciais, dispensando avaliação prévia por Comitês de Ética em Pesquisa, conforme a Resolução CNS nº 510/2016.

Os dados foram organizados por semana epidemiológica, bairro e ano, de acordo com o calendário epidemiológico nacional (Ministério da Saúde).

5.3.3 Dados Censitários

Para análise que envolvam características da população, condições de moradia, saneamento básico serão utilizados dados censitários de 2022 coletadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.

Justifica-se a adoção exclusiva dos valores populacionais do Censo 2022, por ser o único levantamento com base territorial atualizada e compatível com os limites geográficos municipais vigentes, garantindo padronização espacial e comparabilidade entre as séries históricas.

5.3.4 Dados cartográficos

Foram utilizadas as bases cartográficas digitais dos municípios e unidades federativas do Brasil em escala 1:100.000 (Datum SIRGAS 2000) disponibilizadas pelo site do IBGE.

5.3.5 Mapas temáticos municipais

Serão utilizados dados e informações geoespaciais elaboradas pelos núcleos de geoprocessamento distribuídos nos órgãos municipais de Joinville/SC, organizados no Sistema de Informações Georreferenciadas (SIMGEO), gerenciado pela Unidade de Pesquisa, Documentação e Georreferenciamento – SEPUR.UPD da Secretaria de Pesquisa e Planejamento Urbano – SEPUR.

5.4 Variáveis do Estudo

A definição das variáveis e indicadores utilizados neste estudo baseou-se, prioritariamente, na qualidade, disponibilidade e organização dos dados existentes nas bases de vigilância entomológica e epidemiológica do município de Joinville (SC), abrangendo o período de 2010 a 2024.

5.4.1 Indicadores Epidemiológicos

Como indicador epidemiológico principal, adotou-se a incidência de casos confirmados de dengue por 100.000 habitantes, métrica amplamente reconhecida em estudos nacionais e internacionais. O cálculo considerou os registros de casos confirmados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) e as estimativas populacionais por bairro, fornecidas pelo Censo 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e pela Prefeitura Municipal de Joinville. Os dados foram organizados por bairro, ano e semana epidemiológica, viabilizando uma análise espaço-temporal detalhada da disseminação da doença.

5.4.2 Indicadores Entomológicos

Os indicadores entomológicos analisados neste estudo derivam do monitoramento sistemático realizado com armadilhas do tipo larvitampa, distribuídas em malha espacial regular com espaçamento de 300 metros e submetidas a inspeções semanais pela Vigilância Ambiental de Joinville. Esta abordagem metodológica oferece vantagens operacionais significativas, incluindo padronização na coleta, maior homogeneidade espacial, frequência temporal elevada e redução de vieses relacionados ao acesso a imóveis.

Para este estudo, adotou-se como principal indicador entomológico o Índice de Larvas por Armadilha Inspeccionada (ILAI), fundamentado em três aspectos decisivos:

Primeiro, pela sua superior sensibilidade analítica. Diferentemente de indicadores binários tradicionais como o Índice de Infestação Predial (IIP) e o Índice de Breteau (IB) - obtidos através do LIRAA - que registram apenas a presença ou ausência de larvas, o ILAI quantifica a abundância larval, demonstrando maior capacidade de detectar flutuações populacionais sutis e graduais ao longo do tempo (HONÓRIO et al., 2009; CROMWELL et al., 2017). Esta característica é particularmente valiosa para análises temporais de alta resolução e para a identificação precoce de tendências de infestação.

Segundo, pela capacidade de discriminação específica entre *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, requisito metodológico indispensável para atender aos objetivos

desta pesquisa. Esta discriminação não é viável de forma contínua através dos indicadores tradicionais de vigilância.

Terceiro, por questões de consistência temporal dos dados. Uma limitação histórica nos sistemas de registro inviabilizou o uso do Índice de Armadilhas Positivas (IAP) com discriminação por espécie ao longo de toda a série histórica. Especificamente, até o segundo semestre de 2023, o sistema Vigilantes 4 - responsável pelo registro de focos - não permitia o registro consistente de focos exclusivos de *Aedes albopictus*, seguindo diretrizes estaduais que priorizavam o registro do *Aedes aegypti*. Esta restrição comprometeu a completude da série histórica do IAP por espécie.

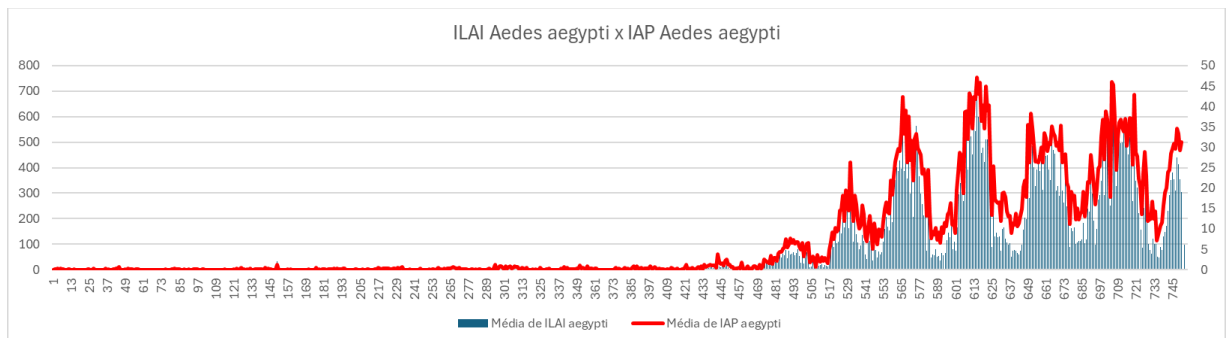
Para validar a escolha metodológica e demonstrar a robustez do ILAI como indicador, realizou-se análise de correlação de Spearman entre o ILAI e o IAP para ambas as espécies, no período em que dados consistentes estavam disponíveis para ambos os índices. Os resultados revelaram coeficientes de correlação significativamente elevados: 0,99 para *Aedes aegypti* e 0,93 para *Aedes albopictus* (Tabela 3). Esta forte concordância atesta que o ILAI constitui um proxy confiável do IAP, validando sua adoção como indicador principal para a análise da série histórica.

Tabela 3- Teste de correlação de Spearman entre os indicadores ILAI e IAP por espécie.

	ILAI aegypti	ILAI albopictus	IAP aegypti	IAP albopictus
ILAI aegypti		-0,47539	0,99078	-0,40285
ILAI albopictus	-0,47539		-0,49175	0,93457
IAP aegypti	0,99078	-0,49175		-0,41125
IAP albopictus	-0,40285	0,93457	-0,41125	

A Figura 27 ilustra visualmente essa forte concordância para *Aedes aegypti*, mostrando a sobreposição quase perfeita das medianas semanais de ILAI e IAP ao longo do tempo.

Figura 27- Gráfico comparativo entre medianas de IAP e ILAI para a espécie *Aedes aegypti* por semana entomológica.



Complementarmente, calculou-se a Diferença Percentual entre Espécies, definida como a proporção de larvas de *Aedes aegypti* em relação ao total de larvas do gênero *Aedes*, expressa em percentual, discriminada por bairro, ano e semana epidemiológica. Este indicador adicional permitiu avaliar a dominância relativa entre *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* ao longo do tempo e espaço, contribuindo para as inferências sobre dinâmicas de coexistência e transições ecológicas na população vetorial do município.

5.5 Organização dos dados

Os dados originais das armadilhas foram obtidos através do sistema Vigilantes 3 da DIVE. Sendo organizadas em planilhas anuais, que foram agregadas e organizadas para análise em uma planilha unificada. Os dados foram organizados por ano, bairro e semana epidemiológica. Foi adicionado na planilha o número de casos de dengue por semana epidemiológica.

Foram removidos os dados onde o número de inspeções de armadilhas foi inferior a 75% das armadilhas existentes, bem como verificado que o registro de inspeção se tratava de instalação de armadilhas pós parada para recesso, força maior ou parada temporária para execução da atividade de Levantamento Rápido de Índices

para *Aedes aegypti* – LIRAA. Outros dados discrepantes ou duvidosos foram removidos a fim de não comprometer as análises, após minuciosa investigação. Foram excluídos registros duplicados de dados.

Com relação ao número de larvas, foram limitadas o número de larvas para no máximo 20 larvas por tubito.

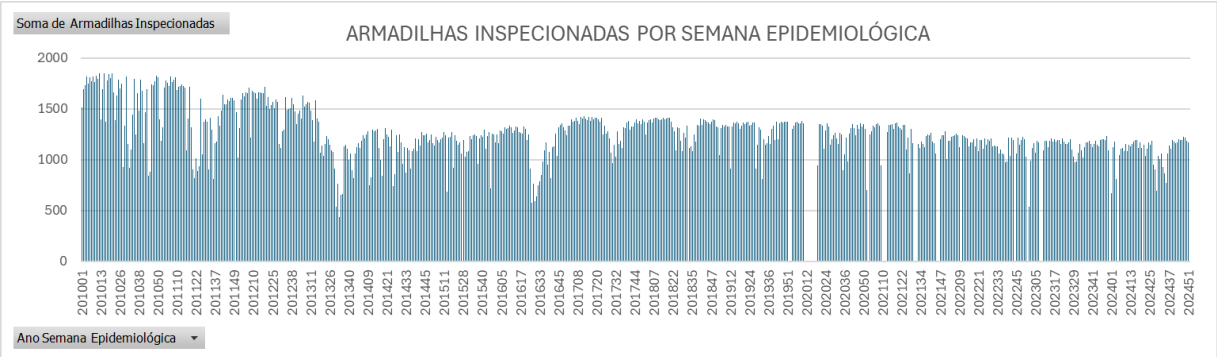
A tabela 4 apresenta a diferença de dados comparando os quantitativos dados brutos e dados pós-tratamento.

Tabela 4 - Quantitativo de dados brutos e tratados no período de 2010 a 2024.

	Armadilhas inspeccionadas	Larvas Ae. <i>aegypti</i>	Larvas Ae. <i>albopictus</i>	Larvas <i>Aedes</i>	Tubitos
Arm. Insp. Brutos	881.477	758.737	1.632.120	2.391.113	245.828
Arm. Insp. Tratados	848.157	751.605	1.600.294	2.351.899	241.747
Excluídos	33.320	7.132	31.826	39.214	4.081
% de exclusão	3.78%	0.94%	1.95%	1.64%	1.66%

Foram inspecionadas uma média de 1.262 armadilhas por semana epidemiológica (Figura 28).

Figura 28- Gráfico de armadilhas inspecionadas por semana epidemiológica.



Os dados epidemiológicos foram organizados por bairro e semana epidemiológica. Foram excluídos da análise os dados notificados em Joinville que constavam como sendo de residência em outro Município. Para o cálculo de incidência foi utilizada a população por bairro registrada no censo do IBGE do ano de 2022, sem utilizar projeções para os anos anteriores e posteriores, por se tratar de um dado levantado e não estimado, visando manter a comparabilidade temporal.

5.6 Análises de dados

A pesquisa envolve uma análise descritiva e inferencial da abundância de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na área urbanizada do município de Joinville, bem como dados epidemiológicos de dengue entre os anos de 2010 e 2024.

A organização, limpeza e análise dos dados foram realizadas com o auxílio dos softwares Microsoft Excel® e PAST (versão 4.13). As variáveis entomológicas e epidemiológicas foram estruturadas por semana epidemiológica, bairro e ano de ocorrência.

Inicialmente, foi realizada a estatística descritiva para as variáveis quantitativas, com cálculo de média, mediana, desvio padrão, mínimo, máximo, assimetria e curtose. A distribuição dos dados foi avaliada por meio de quatro testes de normalidade: Shapiro-Wilk, Anderson-Darling, Lilliefors e Jarque-Bera. Todos os indicadores apresentaram distribuição não normal ($p < 0,05$), o que indicou o uso de testes estatísticos não paramétricos nas análises subsequentes.

5.6.1 Análise Temporal

Foram analisadas tendências temporais por meio de medianas anuais e semanais, projeções baseadas em funções de base radial (RBF) e análise de sazonalidade. A defasagem temporal entre picos de ILAI e incidência de dengue foi calculada com base na diferença entre semanas epidemiológicas de pico. A dinâmica populacional dos vetores *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* apresenta

variações não lineares marcadas, influenciadas por múltiplos fatores ambientais, climáticos e antrópicos, que não podem ser adequadamente representados por modelos lineares simples ou por funções de menor ordem (Focks et al., 1995).

5.6.2 Análise de Correlação

A associação entre as variáveis entomológicas (ILAI por espécie e diferença percentual) e a incidência de dengue foi avaliada por meio dos testes de correlação de Spearman (para séries longas e não paramétricas) e Kendall (para séries mais curtas). Além da correlação com dados brutos, aplicou-se o teste de Spearman utilizando medianas anuais e exclusão de outliers para avaliar a robustez da associação. Os coeficientes foram interpretados conforme os seguintes critérios:

- $r < 0,30$: correlação fraca
- $0,30 \leq r < 0,70$: correlação moderada
- $r \geq 0,70$: correlação forte

Todas as análises consideraram nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$).

5.6.3 Análise de Sazonalidade e Dominância

Foram construídos gráficos de barras e box plots por semana epidemiológica para ILAI e incidência, permitindo identificar padrões sazonais e picos anuais. A transição de dominância entre espécies foi analisada por meio de séries temporais de ILAI e mapas de diferença percentual, identificando o período e as regiões de mudança na composição vetorial.

5.6.4 Análises espaciais

Foram construídos mapas temáticos com base na mediana anual do ILAI por bairro, para as espécies *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*. Também foram gerados mapas de diferença percentual entre as espécies e mapas comparativos anuais com incidência de dengue, a fim de identificar áreas com predominância vetorial e padrões

de substituição ecológica. As representações espaciais da incidência de dengue por bairro foram sobrepostas aos dados entomológicos para análise exploratória integrada. Todas as representações geográficas foram produzidas com o software QGIS, utilizando projeção UTM/SIRGAS 2000.

As análises gráficas e estatísticas foram realizadas com o software PAST 4.13 e Microsoft Excel, e os mapas temáticos com o QGIS (versão 3.34), utilizando projeção UTM/SIRGAS 2000.

6. RESULTADOS

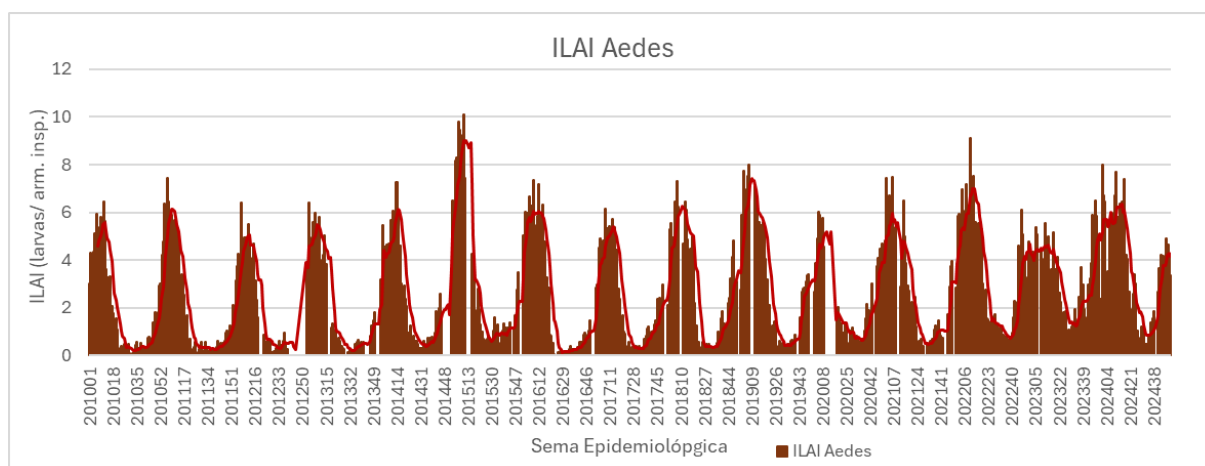
A análise dos resultados foi dividida em seis etapas. A primeira consistiu na avaliação do comportamento dos mosquitos do gênero *Aedes* ao longo do tempo e no espaço. Em seguida, foi realizada a análise individual das espécies *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*. A terceira etapa envolveu a investigação da coexistência entre essas espécies. Posteriormente, examinou-se o comportamento epidemiológico do agravo dengue. Por fim, analisou-se a relação entre a coexistência das espécies e sua influência nas epidemias de dengue.

6.1 Gênero *Aedes*

A análise do gênero *Aedes* considerou o período compreendido entre 2010 e 2024, correspondente à série histórica com dados completos, consistentes e padronizados. Nesse intervalo, foram coletadas 2.351.899 larvas de mosquitos do gênero *Aedes* em 848.157 armadilhas inspecionadas.

Foi construído gráfico do indicador ILAI para o Gênero *Aedes* por ano e semana epidemiológica para o município de Joinville (Figura 29).

Figura 29- Gráfico do ILAI gênero *Aedes* 2010 a 2024.



A série temporal (Figura 29) evidencia um padrão cíclico e recorrente ao longo dos 15 anos analisados. Os picos anuais de infestação ocorrem predominantemente nos primeiros meses do ano, seguidos por uma redução durante o inverno e retomada gradual na primavera, refletindo a sazonalidade típica de regiões de clima subtropical úmido.

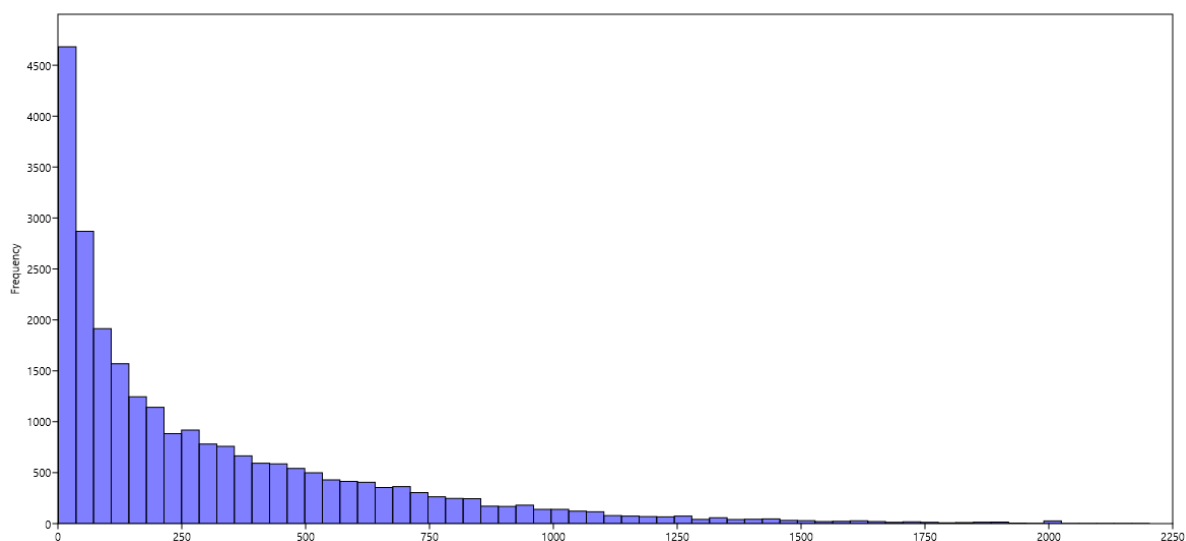
Em seguida, os dados foram organizados por bairro, ano e semana epidemiológica, sendo submetidos à análise estatística descritiva (Tabela 5).

Tabela 5 - Estatística Descritiva os indicadores do gênero *Aedes*.

<i>ILAI Gênero Aedes</i>	
Dados	Valor
Número de observações	24570.00
Mínimo	0.76
Máximo	2202.63
Soma	7480087.06
Média	304.44
Erro padrão	2.15
Variância	113818.86
Desvio padrão	337.37
Mediana	178.57
Percentil 25	52.00
Percentil 75	451.25
Assimetria (Skewness)	1.71
Curtose (Kurtosis)	3.27

O Índice de Larvas por Armadilha Inspeccionada (ILAI) do gênero *Aedes* apresentou média de 304,44, mediana de 178,57 e desvio padrão de 337,37, com amplitude variando entre 0,76 e 2.202,63. A distribuição foi assimétrica à direita (skewness = 1,71) e leptocúrtica (kurtosis = 3,27), caracterizando concentração de valores baixos e ocorrência de picos elevados. Essa configuração reflete discrepâncias espaço-temporais na densidade larvária (Figura 30).

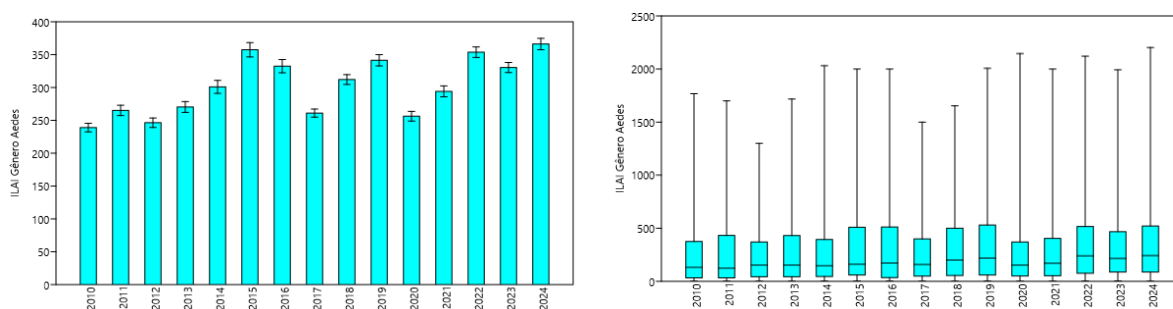
Figura 30- Histograma do ILAI do Gênero *Aedes* por bairro, ano e semana epidemiológica.



Os testes de normalidade, incluindo Shapiro-Wilk ($W = 0,8103$) e Jarque-Bera ($JB = 22.890$), indicam que os dados não seguem padrão de normalidade ($p < 0,0001$).

Foram elaborados gráficos do tipo Bar Chart e Box Plot para avaliação do comportamento anual do indicador (Figura 31).

Figura 31- Bar chart e Box Plot do ILAI do Gênero *Aedes* por ano.



A análise anual (Figura 31) revela flutuações interanuais nas médias do indicador, variando entre 250 e 370, sem tendência de crescimento ou declínio sustentado ao longo do período.

O Box Plot demonstra alta heterogeneidade espacial entre bairros, especialmente nos anos de maior infestação, sugerindo a existência de microambientes favoráveis à reprodução, associados à distribuição desigual de criadouros e características urbanas heterogêneas.

De forma geral, o gênero *Aedes* manteve densidade populacional persistentemente elevada.

As variações observadas no ILAI podem estar associadas a fatores ecológicos e operacionais.

Entre os fatores ecológicos, destacam-se:

- a expansão da área de ocupação do vetor;
- o aumento no número de criadouros potenciais;
- e as variações climáticas interanuais.

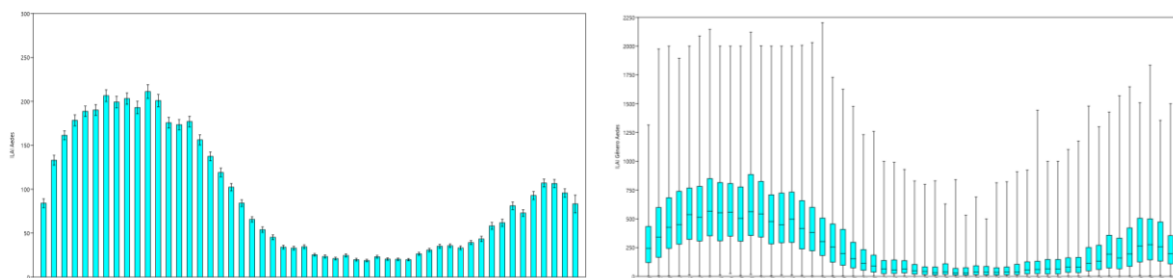
Entre os fatores operacionais, incluem-se:

- interrupções temporárias no monitoramento;
- ajustes na distribuição espacial das armadilhas;
- e mudanças metodológicas.

Em 2020, a incorporação de tecnologias de geoprocessamento promoveu a readequação da rede entomológica, o que pode ter influenciado os valores do indicador. Nesse mesmo ano, a pandemia de COVID-19 ocasionou interrupção temporária das atividades de campo, refletindo em redução pontual do ILAI. Adicionalmente, a alteração no cronograma do LIRAA, que passou de novembro/março para outubro/janeiro a partir de 2023, coincidiu com o período de maior densidade larvária, contribuindo para a elevação dos valores observados. O aumento do efetivo de agentes de endemias a partir de 2020 também favoreceu maior eficiência operacional, reduzindo o tempo de coleta e potencializando a cobertura territorial.

Para a análise sazonal, foram elaborados gráficos Bar Chart e Box Plot considerando o ILAI semanal (Figura 32).

Figura 32 - Bar chart e Box plot do ILAI do Gênero *Aedes* por semana entomológica.



A análise dos gráficos evidencia um padrão sazonal bem definido. As densidades larvárias foram mais elevadas entre as semanas iniciais do ano (verão e início do outono), com declínio acentuado durante o inverno e reascensão gradual na primavera. Essa dinâmica reflete a influência direta de fatores climáticos, especialmente temperatura, precipitação e umidade relativa.

O gráfico de barras indica que os valores máximos do ILAI ocorrem entre as semanas 5 e 12, com médias superiores a 600 larvas por armadilha. A partir da semana 15, observa-se queda progressiva até atingir o mínimo entre as semanas 25 e 35 (médias inferiores a 100), seguida de elevação a partir da semana 40, marcando o início de um novo ciclo reprodutivo. As barras de erro curtas denotam baixa variabilidade entre armadilhas, indicando comportamento consistente do indicador.

O Box Plot complementa essa interpretação, evidenciando heterogeneidade espacial nas semanas de maior atividade (5–12) e baixa positividade homogênea nas semanas de menor atividade (24–38), típica do inverno.

Para a análise espacial, foram calculadas as medianas anuais do ILAI por bairro, representadas em tabelas e mapas temáticos (Tabela 6 e Figura 33).

A classificação gradual de cores variou do verde (valores baixos) ao vermelho (valores elevados).

Tabela 6- Tabela da Mediana do ILAI do Gênero Aedes por ano por bairro com classificação gradual de cores.

Bairro	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Mediana 2010-2024
ADHEMAR GARCIA	84	104	93	88	168	190	350	170	311	258	270	273	278	393	179	190
AMERICA	47	83	145	193	109	80	149	105	119	124	143	88	138	118	171	119
ANITA GARIBALDI	158	96	365	136	123	132	100	171	251	196	194	115	277	369	438	171
ATIRADORES	162	90	205	142	277	106	140	205	129	229	90	145	159	145	123	145
AVENTUREIRO	71	85	57	85	120	197	144	164	263	320	321	435	606	481	689	197
BOA VISTA	202	158	218	82	169	145	190	294	180	254	200	253	374	390	578	202
BOEHMERWALD	139	235	165	229	172	228	285	309	455	273	172	278	197	130	210	228
BOM RETIRO	122	59	249	126	102	124	166	123	198	190	140	90	209	175	239	140
BUCAREIN	58	67	112	120	186	59	109	79	63	138	97	142	96	91	117	97
CENTRO	37	95	92	66	78	76	59	97	55	124	113	224	157	65	213	92
COMASA	200	245	202	135	71	105	133	345	152	219	322	309	412	443	587	219
COSTA E SILVA	90	149	225	122	116	125	83	135	216	195	108	114	194	204	360	135
DONA FRANCISCA		214	88	200	136	127	343	143	200	79	152	129	200	133	257	148
ESPINHEIROS	153	297	216	175	173	175	159	244	172	318	250	144	407	491	788	216
FATIMA	182	219	105	105	83	159	232	109	216	359	343	361	367	523	365	219
FLORESTA	145	126	199	119	182	174	133	211	156	230	151	135	365	505	541	174
GLORIA	64	58	187	104	148	87	70	109	136	141	74	110	210	193	134	110
GUANABARA	307	126	161	221	100	270	120	96	355	322	273	300	359	427	190	270
IRIRIU	126	144	319	206	152	139	133	146	108	275	132	181	219	152	272	152
ITAUM	276	170	308	140	319	555	252	195	437	385	237	200	265	450	511	276
ITINGA	210	157	304	250	255	143	137	196	273	260	96	146	165	190	195	195
JARDIM IRIRIU	107	142	98	132	147	89	284	133	153	209	336	600	488	491	624	153
JARDIM PARAISO	138	106	147	86	105	100	182	146	133	163	36	153	250	428	326	146
JARDIM SOFIA	131	93	281	254	86	89	180	223	182	300	70	164	200	174	92	174
JARIVATUBA	245	138	277	278	1000	289	758	267	465	256	150	248	243	229	88	256
JOAO COSTA	295	238	219	470	578	532	626	313	389	432	255	266	436	400	574	400
MORRO DO MEIO	127	196	80	223	140	175	110	110	197	210	83	69	100	237	349	140
NOVA BRASILIA	94	103	185	151	92	123	159	133	199	247	107	103	164	217	139	139
PARANAGUAMIRIM	185	289	133	224	312	281	183	196	276	133	111	115	178	191	341	191
PARQUE GUARANI					368	511	410	421	371	155	179	292	138	100	165	292
PETROPOLIS	169	224	280	121	255	86	223	140	250	383	374	266	232	337	71	232
PIRABEIRABA	71	51	99	119	172	111	182	88	88	77	96	98	167	157	170	99
PROFIPO					264	233	478	170	357	431	144	309	339	155	83	264
RIO BONITO	150	144	160	140	210	271	201	153	124	133	44	139	241	168	124	150
SAGUACU	162	62	134	113	71	132	94	121	268	258	202	206	174	219	164	162
SANTA CATARINA	153	158	312	294		159	200	141	179	274	250	240	197	32	74	188
SANTO ANTONIO	282	133	149	156	72	183	111	93	457	392	275	245	353	250	213	213
SAO MARCOS	132	82	263	368	225	123	153	167	200	184	130	111	181	187	133	167
ULYSSES GUIMARAES					144	133	132	175	281	355	180	254	364	493	219	219
VILA CUBATAO						60	170	106	200	165	90	155	220	130	265	160
VILA NOVA	75	36	61	53	84	94	193	60	139	138	48	53	103	175	177	84
ZONA INDUSTRIAL NORTE	54	57	65	55	80	66	38	77	76	80	45	33	79	48	239	65
ZONA INDUSTRIAL TUPY		185	163	263	150	263	314	219	194	338	175	175	333	150	350	206

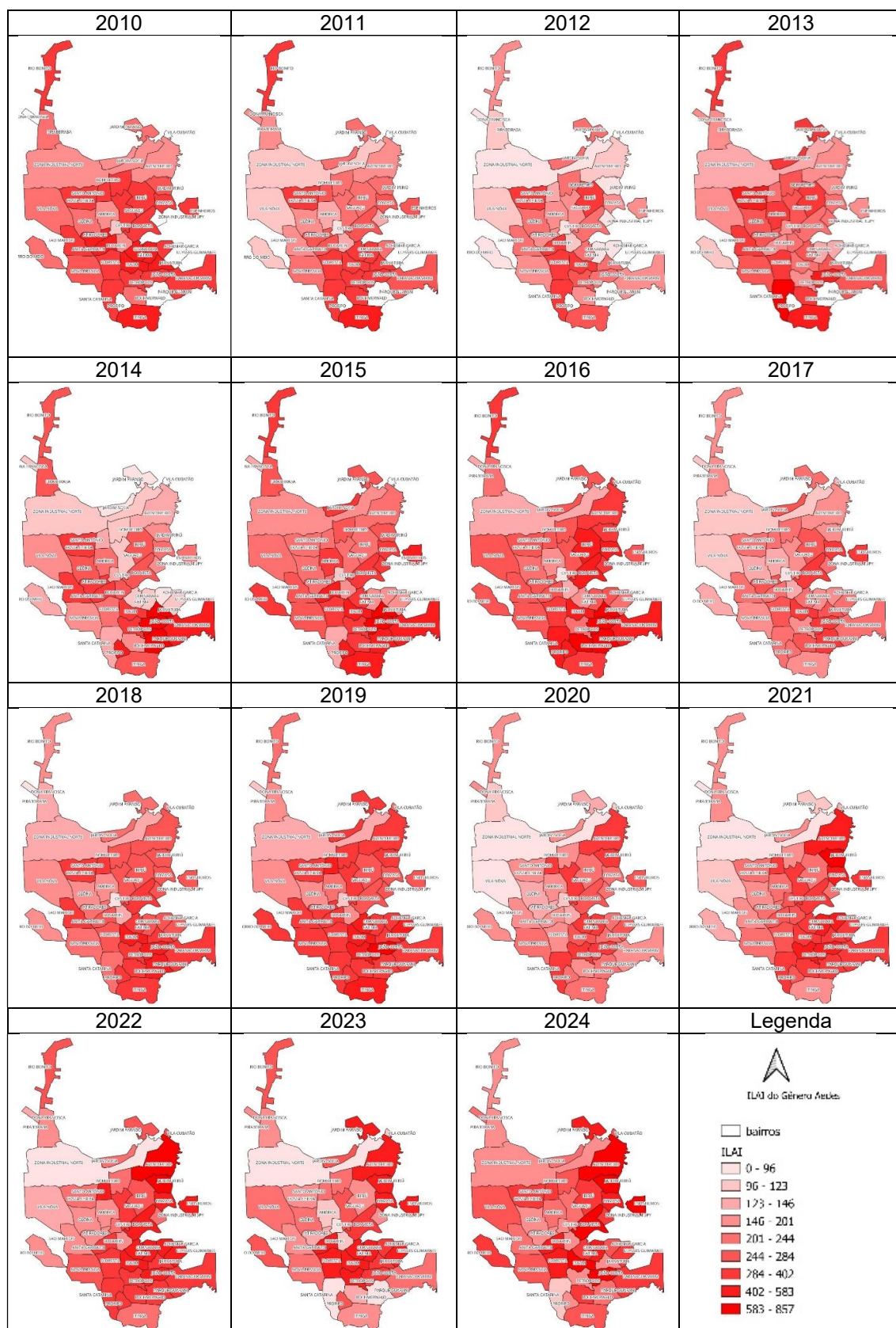
A distribuição espacial evidencia acentuada heterogeneidade entre regiões, refletindo a influência de fatores socioambientais, estruturais e comportamentais. Bairros como João Costa (400), Jarivatuba (256), Itaum (276), Profipo (264), Parque

Guarani (292), Espinheiros (216), Fátima (219) e Ulysses Guimarães (219) apresentaram valores medianos persistentemente elevados, indicando alta densidade vetorial crônica.

A espacialização foi realizada no software QGIS, aplicando classificação gradual na cor vermelha, em que tonalidades claras representam valores menores e tonalidades intensas indicam valores mais elevados.

A análise dos mapas confirma a heterogeneidade espacial entre bairros e a estabilidade relativa dos padrões temporais, com recorrência de determinadas áreas apresentando maior densidade do gênero *Aedes* ao longo dos anos.

Figura 33- Mapas das medianas anuais de ILAI do Gênero *Aedes* por ano.



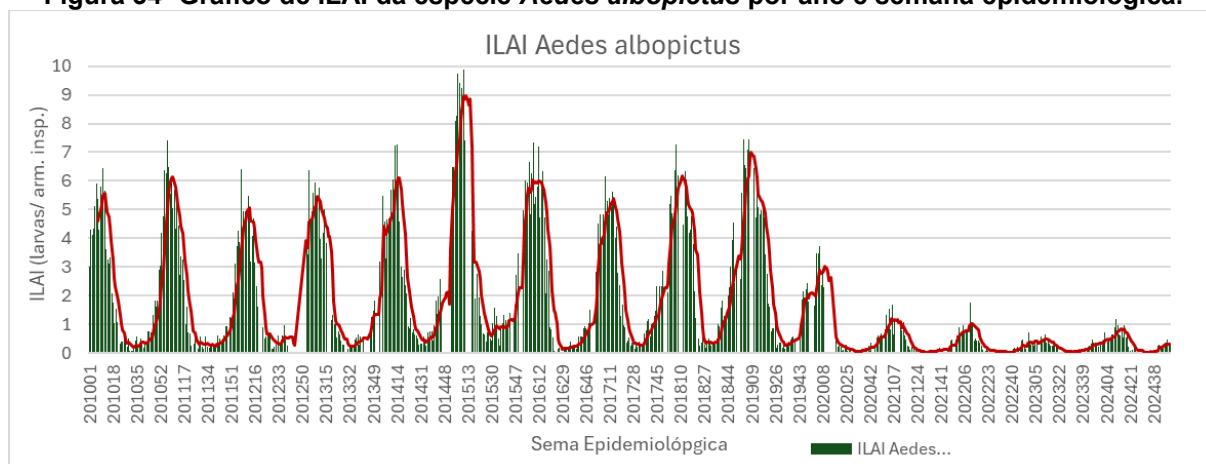
6.2 *Aedes albopictus*

A análise do gênero *Aedes* considerou o período compreendido entre 2010 e 2024, correspondente à série histórica com dados completos, consistentes e padronizados. Nesse intervalo, foram coletadas 1.600.294 larvas de mosquitos da espécie *Aedes albopictus* em 848.157 inspeções de armadilhas.

Foi construído gráfico do indicador ILAI para a espécie *Aedes Albopictus* por ano e semana epidemiológica para o município de Joinville (Figura 34). O gráfico temporal apresenta a série semanal do ILAI, na qual se observam oscilações sazonais regulares, com picos recorrentes entre as semanas 5 e 12 de cada ano.

Entre 2010 e 2018, os valores mantiveram-se relativamente estáveis, enquanto a partir de 2019 observa-se uma tendência de declínio contínuo, culminando em valores próximos de zero a partir de 2021.

Figura 34- Gráfico de ILAI da espécie *Aedes albopictus* por ano e semana epidemiológica.



Em seguida, os dados foram organizados por bairro, ano e semana epidemiológica, sendo submetidos à análise estatística descritiva (Tabela 7).

A estatística descritiva demonstra um total de 24.570 observações, com valores variando entre 0,00 e 2.003,33. A média foi de 198,33, enquanto a mediana (63,64) apresentou-se significativamente inferior, indicando distribuição assimétrica à direita. Essa tendência foi confirmada pelo coeficiente de assimetria positivo (2,30).

O desvio padrão elevado (295,56) e a variância (87.358,39) apontam ampla dispersão dos dados, refletindo elevada heterogeneidade espacial e temporal da

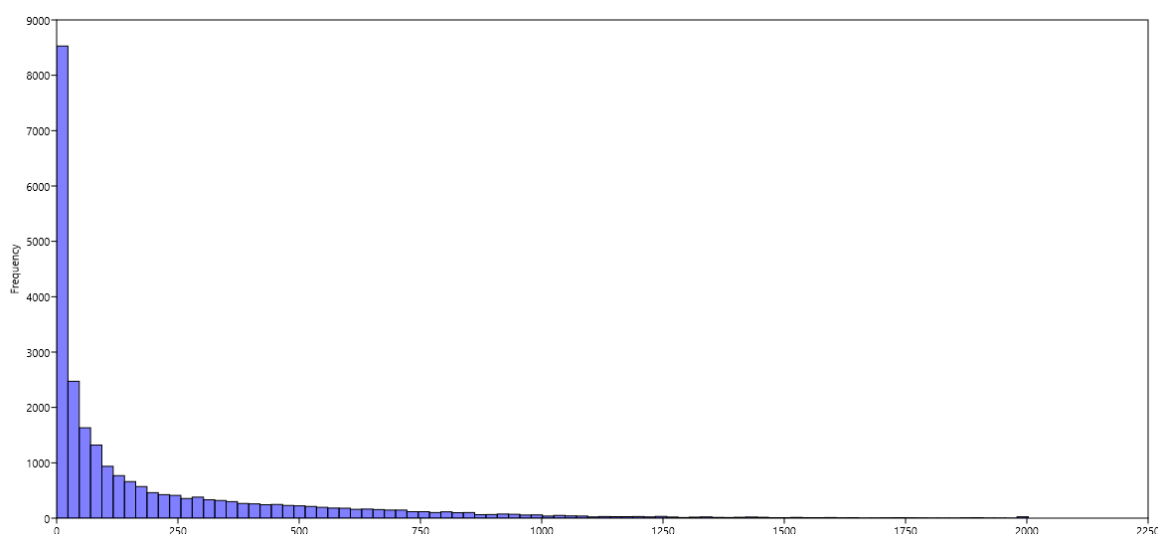
densidade larvária. O valor elevado da curtose (6,32) reforça a presença de valores extremos. O teste de normalidade apresentou $p < 0,05$, confirmando que os dados não seguem distribuição normal.

Tabela 7 - Estatística Descritiva do ILAI da espécie *Aedes albopictus*.

<i>ILAI Aedes albopictus</i>	
Dados	Valor
Número de observações	24570.00
Mínimo	0.00
Máximo	2003.33
Soma	4872918.25
Média	198.33
Erro padrão	1.89
Variância	87358.39
Desvio padrão	295.56
Mediana	63.64
Percentil 25	10.00
Percentil 75	271.25
Assimetria (Skewness)	2.30
Curtose (Kurtosis)	6.32

O histograma de frequência (Figura 35) evidencia que a maior parte das observações se concentra em valores baixos do ILAI, próximos de zero, com declínio exponencial da frequência à medida que os valores aumentam. Esse padrão indica predominância de baixa infestação na maior parte das unidades amostrais, intercalada por ocorrências pontuais de alta densidade larvária.

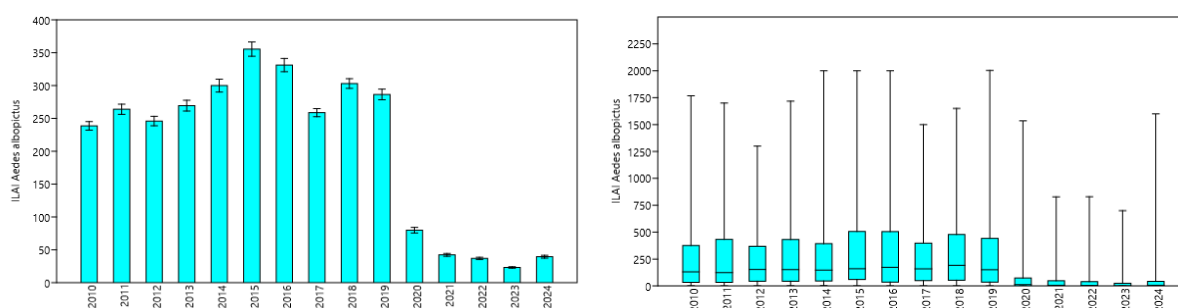
Figura 35- Histograma do ILAI da espécie *Aedes albopictus*.



A análise anual do indicador (Figura 36) confirma o comportamento observado na série temporal. Entre 2010 e 2018, os valores anuais apresentaram relativa estabilidade, seguidos de redução progressiva a partir de 2019, atingindo níveis residuais em 2020. Esse padrão sugere um processo de retração populacional sustentada.

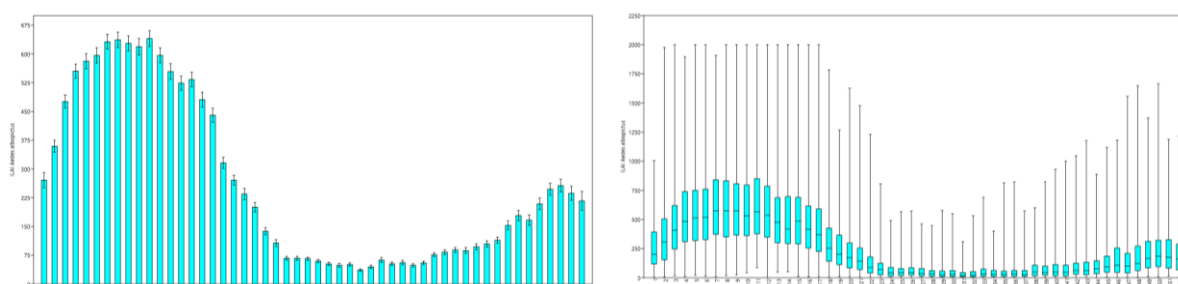
O box plot anual evidencia também diminuição da variabilidade intraurbana dos valores. A partir de 2019, observa-se estreitamento das caixas e aproximação da base do gráfico, indicando homogeneização dos valores em níveis baixos e redução da dispersão entre os bairros, o que reforça a hipótese de estabilização populacional em patamares reduzidos.

Figura 36- Bar chart e Box plot de ILAI da espécie *Aedes albopictus* por ano



Na sequência, foram elaborados gráficos de barras e box plots por semana epidemiológica (Figura 37). Considerando o decréscimo populacional observado após 2019, foram utilizados apenas os dados de 2010 a 2018, período representativo do comportamento sazonal da espécie.

Figura 37- Bar chart e Box plot do ILAI da espécie *Aedes albopictus* por semana epidemiológica.



A análise desses gráficos evidencia um padrão sazonal bem definido, com densidades larvárias mais elevadas nas semanas iniciais do ano (verão e início do outono) e declínio acentuado durante o inverno, seguido de recuperação gradual na primavera. Os valores máximos concentram-se entre as semanas epidemiológicas 5 e 12, refletindo a forte influência das condições climáticas sobre a dinâmica populacional da espécie.

Para a análise espacial, foi elaborada uma planilha com as medianas anuais por bairro entre 2010 e 2024, com aplicação de classificação gradual de cores (Tabela 8). Essa representação permitiu identificar mudanças expressivas no padrão espacial da espécie, principalmente a partir de 2020.

Tabela 8 - Tabela da Mediana do ILAI da espécie *Aedes albopictus* por ano por bairro com classificação gradual de cores.

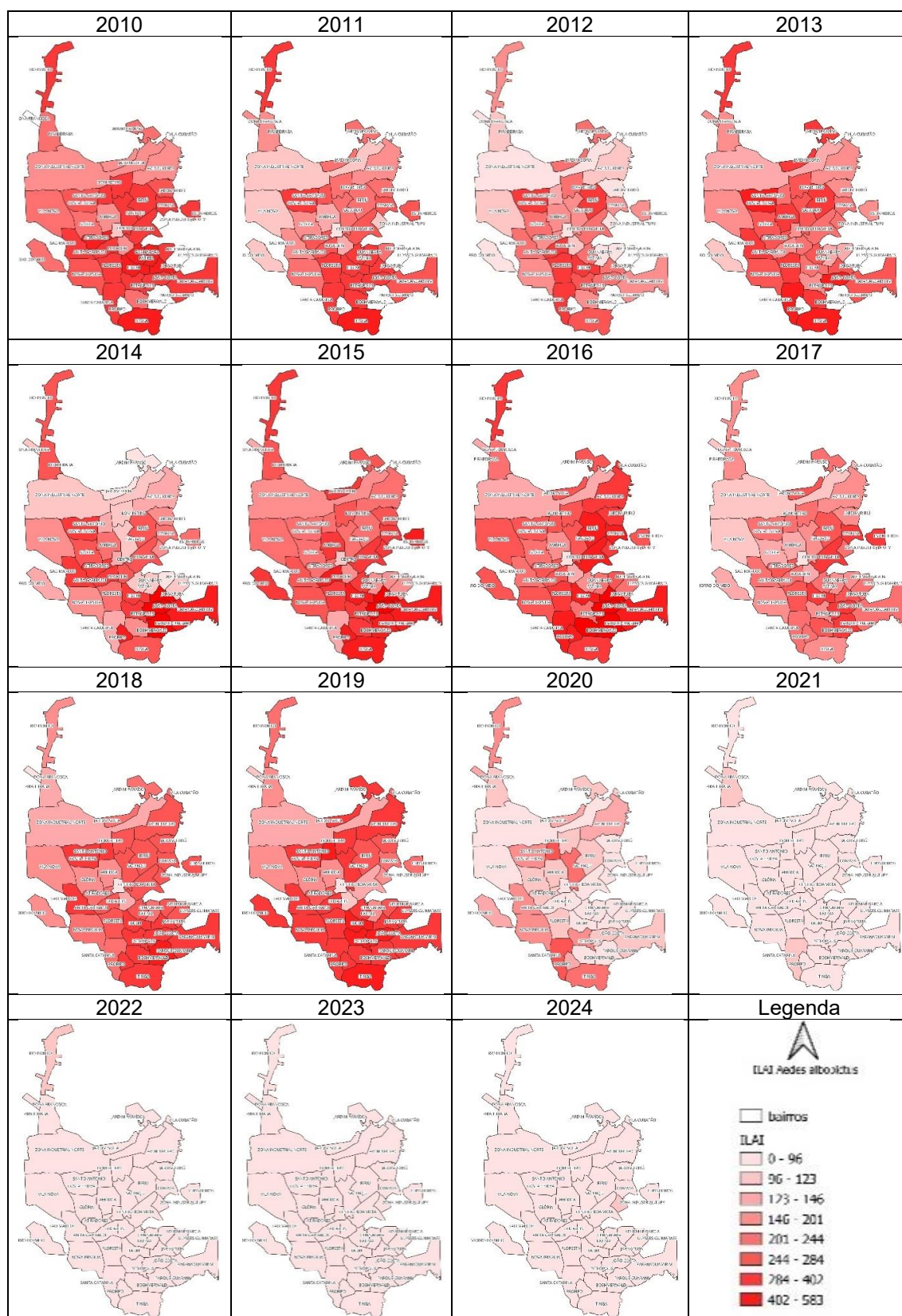
Bairro	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Mediana 2010 - 2018
ADHEMAR GARCIA	84	104	93	88	168	190	350	170	290	40	0	0	0	0	4	168
AMERICA	47	78	145	193	109	80	149	105	119	107	25	0	0	3	6	109
ANITA GARIBALDI	158	96	365	136	123	132	100	164	251	126	15	8	7	7	36	136
ATIRADORES	162	90	205	142	277	106	140	205	129	224	19	20	0	0	20	142
AVENTUREIRO	71	85	57	85	120	197	144	164	257	272	11	9	3	3	6	120
BOA VISTA	202	158	218	82	169	143	187	252	83	65	4	12	0	0	9	169
BOEHMERWALD	139	235	165	229	172	228	285	309	455	161	0	0	3	3	6	229
BOM RETIRO	122	59	249	126	102	124	166	123	189	190	13	5	7	3	0	124
BUCAREIN	58	67	112	120	186	59	109	79	63	38	0	0	0	0	0	79
CENTRO	37	95	92	66	78	76	59	97	55	17	0	0	0	0	0	76
COMASA	200	245	202	135	71	105	133	345	152	119	0	0	0	0	0	152
COSTA E SILVA	90	149	225	122	116	125	83	135	215	195	29	13	9	8	10	125
DONA FRANCISCA		214	88	171	136	127	343	143	200	79	124	36	21	0	0	157
ESPINHEIROS	153	297	216	175	173	175	159	235	169	118	0	0	0	0	0	175
FATIMA	182	219	105	105	83	159	232	109	116	36	0	0	0	0	0	116
FLORESTA	145	126	199	119	182	174	133	211	156	210	22	13	30	41	49	156
GLORIA	64	58	187	104	148	87	70	109	136	135	26	14	10	5	16	104
GUANABARA	307	126	161	221	100	270	120	96	355	91	0	0	0	0	0	161
IRIRIU	126	144	319	206	152	139	133	146	105	225	17	3	11	4	19	144
ITAUM	276	170	308	140	319	550	252	195	435	118	3	8	0	13	29	276
ITINGA	210	157	304	250	255	143	137	196	273	235	58	6	26	5	41	210
JARDIM IRIRIU	107	142	98	132	147	89	284	133	144	109	0	0	0	0	0	133
JARDIM PARAISO	138	106	147	86	105	100	182	146	133	163	18	17	2	4	4	133
JARDIM SOFIA	131	93	281	254	86	89	180	208	181	273	23	48	35	11	11	180
JARIVATUBA	245	138	277	278	1000	289	758	267	344	61	0	0	0	0	6	278
JOAO COSTA	295	238	219	470	578	532	626	313	389	242	0	0	5	20	20	389
MORRO DO MEIO	127	196	80	223	140	175	110	110	197	210	78	25	0	5	0	140
NOVA BRASILIA	94	103	185	151	92	121	149	133	199	226	36	34	16	30	16	133
PARANAGUAMIRIM	185	289	133	224	312	281	183	196	276	119	35	0	3	5	22	224
PARQUE GUARANI					368	511	410	421	371	132	0	0	0	0	0	410
PETROPOLIS	169	224	280	121	255	86	223	140	250	340	16	0	3	15	3	223
PIRABEIRABA	63	51	99	119	172	111	182	88	88	77	78	30	27	24	33	99
PROFIPO					264	233	478	170	343	375	56	9	0	0	38	264
RIO BONITO	150	144	160	133	207	271	201	153	123	133	41	56	65	30	30	153
SAGUACU	162	62	134	113	71	132	94	121	266	240	4	14	3	0	3	121
SANTA CATARINA	153	157	311	294		159	200	141	178	272	73	47	27	0	42	168
SANTO ANTONIO	282	133	149	156	72	183	111	93	457	391	31	18	8	0	0	149
SAO MARCOS	132	82	263	344	225	123	153	167	200	184	52	41	6	25	33	167
ULYSSES GUIMARAES					144	133	132	175	251	196	0	0	0	0	0	144
VILA CUBATAO						60	170	106	200	165	25	0	0	0	0	138
VILA NOVA	75	36	61	53	84	94	193	60	139	138	32	33	13	16	2	75
ZONA INDUSTRIAL NORTE	54	57	65	54	79	66	38	77	76	78	10	4	9	7	26	65
ZONA INDUSTRIAL TUPY		155	163	263	150	263	314	213	172	100	0	0	0	0	17	192

A distribuição espacial das medianas confirma a heterogeneidade da presença de *Aedes albopictus* no território municipal. Entre 2010 e 2018, observou-se homogeneidade relativa no padrão de distribuição, com variações localizadas. A partir de 2020, ocorreu um declínio acentuado e generalizado em todos os bairros, com registros nulos em grande parte das localidades entre 2021 e 2024.

Os resultados apresentados nas Figuras 34 a 37 e na Tabela 8 indicam que *Aedes albopictus* apresentou maior predominância entre 2010 e 2018, seguida de redução contínua a partir de 2019, configurando um processo de retração populacional em Joinville.

A análise espacial (Figura 38) também evidencia uma mudança gradativa do padrão de distribuição a partir de 2019, iniciando-se pelo declínio nas regiões leste e nordeste, e estendendo-se progressivamente para as regiões norte, sul e oeste, até abranger todo o território urbano.

Figura 38 - Mapas das medianas anuais do ILAI da espécie *Aedes albopictus*.



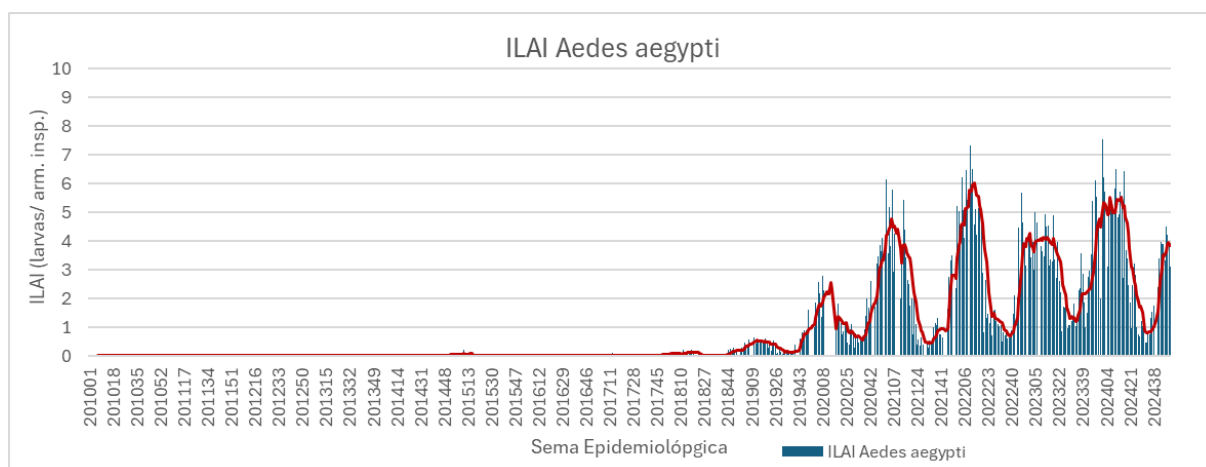
6.3 *Aedes aegypti*

Os registros referentes à espécie *Aedes aegypti* encontram-se disponíveis no sistema Vigilantes 3. No período compreendido entre 2010 e 2024, foram inspecionadas 848.157 armadilhas, nas quais foram coletadas 751.605 formas aquáticas (larvas e pupas) da espécie.

O comportamento temporal do Índice de Larvas por Armadilha Inspeccionada (ILAI) foi analisado por ano e semana epidemiológica para o município de Joinville, conforme ilustrado na Figura 39. O gráfico revela um padrão de crescimento populacional claramente delimitado ao longo da série histórica. Entre 2010 e 2018, os valores do ILAI mantiveram-se próximos de zero, indicando ausência ou presença esporádica da espécie nas armadilhas. Esse comportamento inicial é compatível com uma fase de colonização e dispersão incipiente, sem adaptação consolidada às condições urbanas locais.

A partir de 2019, contudo, observa-se ascensão acentuada dos valores do ILAI, marcando o estabelecimento efetivo da espécie no ambiente urbano. Entre 2020 e 2024, a série temporal evidencia picos populacionais anuais bem definidos, com valores máximos superiores a 6, seguidos por declínios sazonais nos meses de menor temperatura. Tal padrão denota uma dinâmica populacional sazonal estável, fortemente influenciada pelos fatores climáticos locais.

Figura 39-Gráfico de ILAI da espécie *Aedes aegypti* por ano e semana epidemiológica.



Os dados foram então organizados por bairro, ano e semana epidemiológica, e submetidos à análise estatística descritiva (Tabela 9).

Tabela 9 - Estatística descritiva do ILAI da espécie *Aedes Aegypti*.

<i>ILAI Aedes aegypti</i>	
Dados	Valor
Número de observações	24570.00
Mínimo	0.00
Máximo	2000.00
Soma	2607168.81
Média	106.11
Erro padrão	1.49
Variância	54192.26
Desvio padrão	232.79
Mediana	0.00
Percentil 25	0.00
Percentil 75	88.00
Assimetria (Skewness)	3.10
Curtose (Kurtosis)	10.83

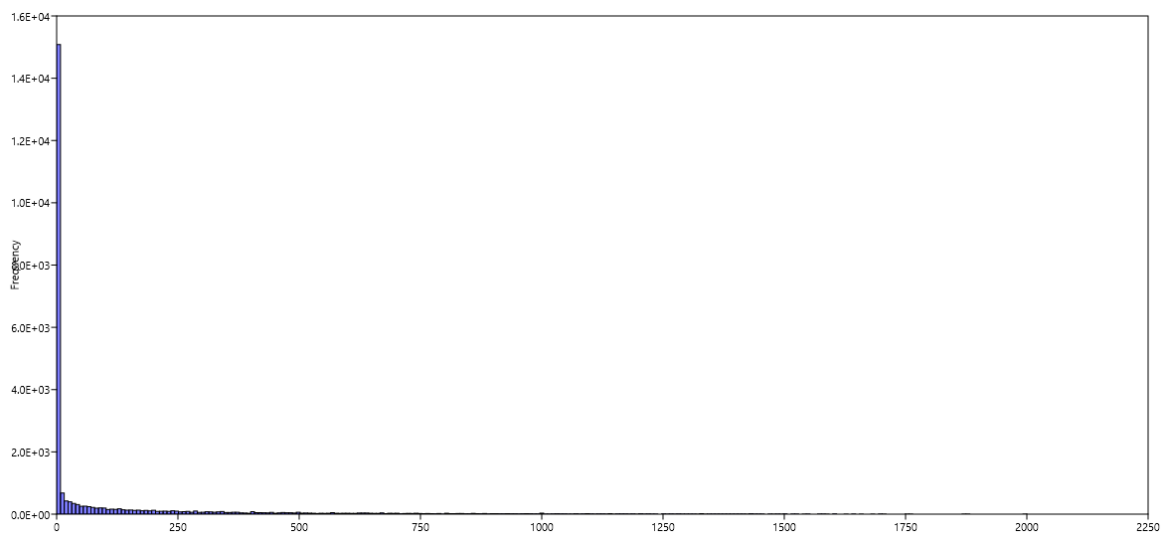
A estatística descritiva confirma a heterogeneidade da distribuição dos valores do ILAI e a elevada variabilidade temporal observada no gráfico. A média geral foi de 106,11, com desvio padrão de 232,79, demonstrando ampla dispersão dos dados. A mediana igual a zero e os percentis 25 e 75 (0,00 e 88,00, respectivamente) indicam que mais da metade das observações correspondem a períodos sem detecção de larvas, enquanto poucos episódios concentraram valores muito elevados.

A assimetria positiva (Skewness = 3,10) e a curtose acentuada (Kurtosis = 10,83) reforçam a existência de uma distribuição altamente assimétrica e leptocúrtica, com predominância de valores baixos e ocorrência esporádica de picos extremos de infestação. Esse padrão estatístico é característico de populações em processo de expansão ecológica, nas quais predomina a ausência de registros intercalada por surtos populacionais intensos e pontuais.

O histograma apresentado na Figura 40 ilustra graficamente essa distribuição. A concentração de frequências próximas a zero e a cauda longa à direita evidenciam

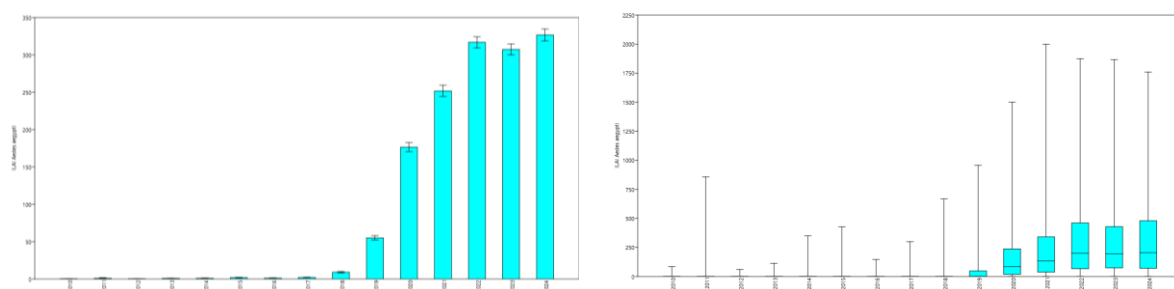
a assimetria positiva, confirmando que a maior parte das amostras apresentou ausência de larvas, enquanto poucos registros atingiram valores muito altos de densidade larvária. Esse padrão reforça a interpretação de que o *Aedes aegypti* manteve ocorrência restrita até 2018, passando, a partir de 2019, a manifestar surtos localizados e epidemias de maior amplitude e duração.

Figura 40 - Histograma do ILAI da espécie *Aedes aegypti*.



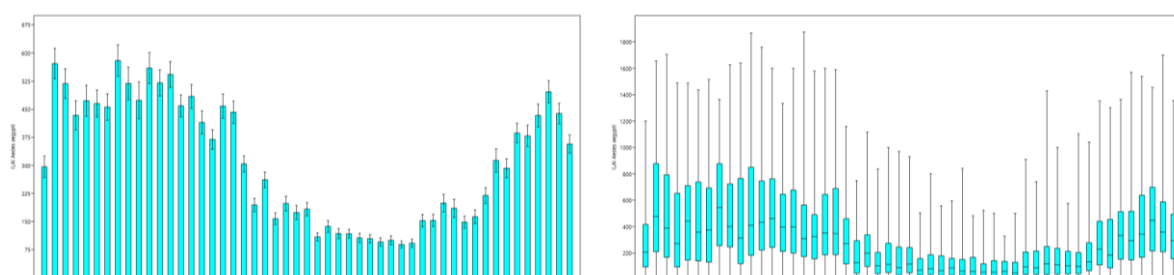
A análise anual do indicador, apresentada na Figura 41, confirma o comportamento observado na série temporal. Entre 2010 e 2018, as médias anuais permaneceram praticamente nulas, seguidas de um crescimento progressivo entre 2019 e 2021, com estabilização entre 2022 e 2024. As barras de erro mais curtas nos anos recentes indicam redução da variabilidade intra-anual, o que sugere infestação elevada e homogênea ao longo das semanas epidemiológicas, caracterizando domínio ecológico consolidado da espécie no ambiente urbano.

Figura 41- Bar chart e Box plot de ILAI da espécie *Aedes aegypti*.



Com o intuito de caracterizar o comportamento sazonal do vetor já estabelecido, foram elaborados gráficos de barras e box plots por semana epidemiológica utilizando apenas os dados de 2022 a 2024, período representativo da fase de população autossustentada (Figura 42).

Figura 42- Bar chart e Box plot do ILAI da espécie *Aedes aegypti* por semana epidemiológica.



A análise desses gráficos evidencia um padrão sazonal bem definido, com densidades larvárias mais elevadas nas semanas iniciais do ano (verão e início do outono) e declínio acentuado durante o inverno, seguido de recuperação gradual na primavera. Os valores máximos concentram-se entre as semanas epidemiológicas 2 e 14, refletindo a forte influência das condições climáticas sobre a dinâmica populacional da espécie.

Para a análise espacial, foi elaborada uma planilha com as medianas anuais de ILAI por bairro entre 2010 e 2024, utilizando classificação gradual de cores onde a cor verde reme aos valores mais baixos, enquanto a vermelha aos valores mais elevados (Tabela 10).

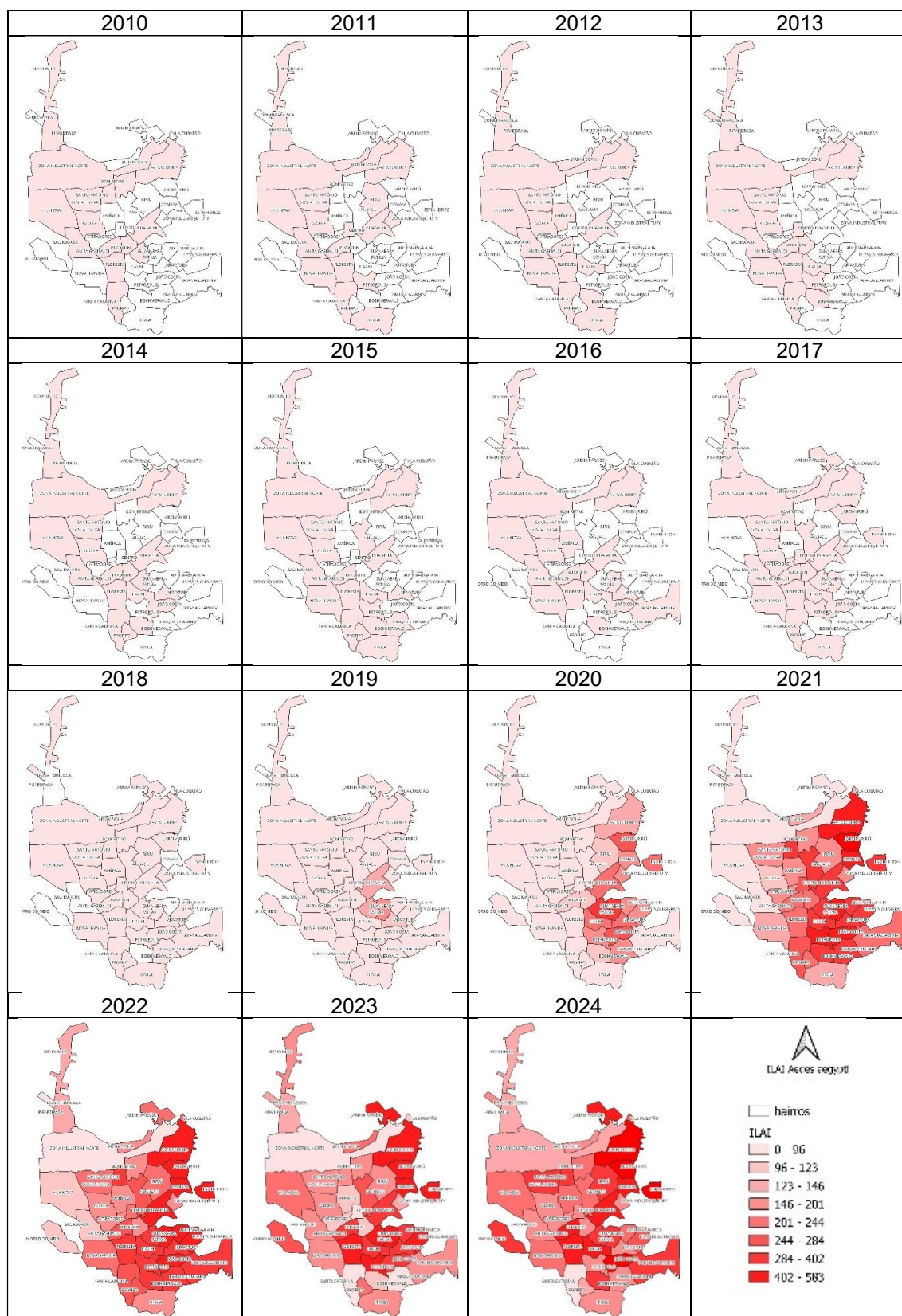
Tabela 10- Mediana anual de ILAI da espécie *Aedes aegypti* por ano por bairro com classificação gradual de cores.

Região	Bairro	2007	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Mediana 2020 - 2024
Nordeste	JARDIM PARAISO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	128	245	412	302	245
Nordeste	VILA CUBATAO								0	0	0	0	0	20	115	220	115	256	115
Nordeste	JARDIM SOFIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	20	83	143	142	64	83
Nordeste	AVENTUREIRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	243	413	551	481	680	481
Leste	JARDIM IRIRIU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	336	600	478	484	604	484
Leste	IRIRIU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	100	157	214	152	263	157
Leste	COMASA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	322	300	407	443	587	407
Leste	ESPINHEIROS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	221	144	407	491	750	407
Leste	ZONA INDUSTRIAL TUPY				0	0	0	0	0	0	0	0	50	150	113	267	117	283	150
Leste	BOA VISTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	70	181	200	244	372	390	528	372
Sudeste	GUANABARA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122	261	282	337	404	180	282
Sudeste	FATIMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	240	325	350	367	520	318	350
Sudeste	ADHEMAR GARCIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	182	273	278	393	142	273
Sudeste	ULYSSES GUIMARAES							0	0	0	0	0	13	153	218	307	460	219	219
Sudeste	JARIVATUBA		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111	150	240	226	229	50	226
Sudeste	JOAO COSTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	245	263	418	368	500	368
Sudeste	PARANAGUAMIRIM		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	115	178	186	330	178
Sudeste	PARQUE GUARANI							0	0	0	0	0	0	179	269	130	100	165	165
Centro-Norte	ZONA INDUSTRIAL NORTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	27	51	41	168	41
Centro-Norte	BOM RETIRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	90	177	156	227	156
Centro-Norte	SANTO ANTONIO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	146	167	333	219	213	213
Centro-Norte	COSTA E SILVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	103	173	200	322	173
Centro-Norte	SAGUACU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	108	177	170	202	158	170
Centro-Norte	AMERICA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	73	138	106	171	110
Centro-Norte	GLORIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	80	168	166	108	108
Centro-Norte	CENTRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	85	223	157	65	200	157
Centro-Norte	ATIRADORES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	95	119	139	100	100
Centro-Norte	BUCAREIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	97	114	96	91	113	97
Centro-Norte	ANITA GARIBALDI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	120	106	277	340	362	277
sul	FLORESTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	90	100	333	450	494	333
sul	ITAUM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76	231	200	225	400	495	231
sul	PETROPOLIS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	260	241	232	322	64	241
sul	SANTA CATARINA	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	107	217	132	26	32	107
sul	BOEHMERWALD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	163	268	182	127	203	182
sul	PROFIPO							0	0	0	0	0	6	106	231	293	148	15	148
sul	ITINGA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	136	117	178	91	117
Pirabeiraba	RIO BONITO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	139	105	92	92
Pirabeiraba	PIRABEIRABA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	62	133	112	107	107
Pirabeiraba	DONA FRANCISCA				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	114	243	57
Oeste	VILA NOVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	35	98	160	167	98
Sudoeste	SAO MARCOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	44	100	148	113	100
Sudoeste	NOVA BRASILIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	92	124	127	121	121
Sudoeste	MORRO DO MEIO			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	93	220	333	93

A espacialização dos dados (Figura 43) demonstra que o aumento inicial da densidade larvária ocorreu de forma localizada na zona leste do município em 2019. No ano seguinte (2020), observa-se expansão territorial para as regiões norte e sul, e em 2021 a espécie já se encontrava amplamente dispersa em toda a área urbana, consolidando-se como vetor dominante em diversas localidades.

A partir de então, os valores do ILAI mantêm-se elevados e relativamente homogêneos, refletindo a ocupação bem-sucedida e estável do território urbano. A estabilização recente do indicador sugere que a espécie atingiu um patamar de equilíbrio ecológico, compatível com populações urbanas estabelecidas e sustentadas por condições ambientais favoráveis à sua manutenção.

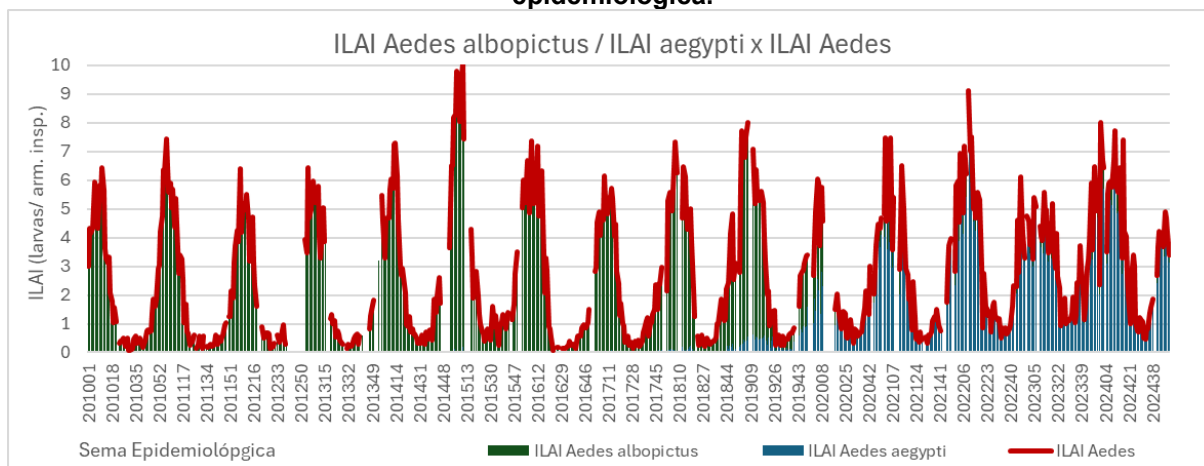
Figura 43- Mapas das medianas anuais de ILAI da espécie *Aedes aegypti*.



6.4 Coexistência dentre as espécies *Aedes Aegypti* e *Aedes albopictus*

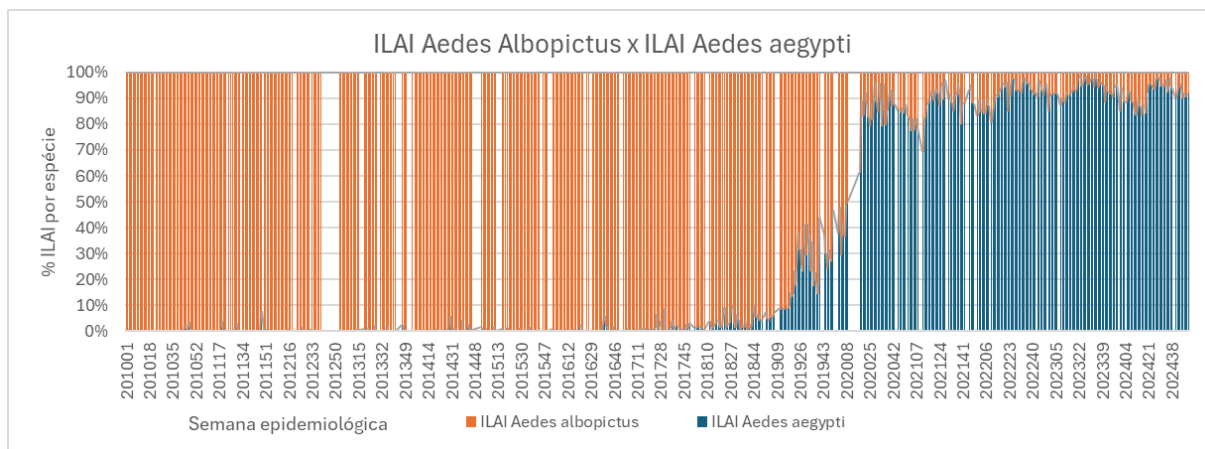
A análise integrada das espécies *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* permitiu compreender a dinâmica de coexistência e substituição populacional no município de Joinville no período de 2010 a 2024. A partir da avaliação do Índice de Larvas por Armadilha Inspecionada (ILAI) por ano e semana epidemiológica (Figura 44), verificou-se que, entre 2010 e 2019, *Aedes albopictus* apresentou comportamento semelhante ao do gênero *Aedes*, caracterizado por ampla variação e predominância nos valores do indicador. A partir de 2019, contudo, observa-se aumento progressivo nos índices de *Aedes aegypti*, acompanhado pela redução da amplitude de flutuação de *Aedes albopictus*. Essa tendência culmina, no segundo semestre de 2020, em estabilização dos indicadores para ambas as espécies, interpretada como o marco de consolidação de uma população autossustentável de *Aedes aegypti* em ambiente urbano.

Figura 44- ILAI *Aedes albopictus* e *Aedes aegypti* e projeção do gênero *Aedes* por semana epidemiológica.



A variação percentual de larvas coletadas por espécie ao longo das semanas epidemiológicas (Figura 45) evidencia o ponto de inflexão na dinâmica populacional. A mudança de dominância entre as espécies ocorreu entre as semanas 9 e 18 do ano de 2020, quando *Aedes aegypti* superou *Aedes albopictus* em frequência relativa, consolidando-se como a espécie predominante nas armadilhas do município.

Figura 45- % de ILAI por espécie por ano e semana epidemiológica.



Os gráficos de distribuição e dispersão (Figuras 36 e 37) reforçam a tendência de substituição populacional observada. Entre 2010 e 2018, *Aedes albopictus* apresentou valores expressivos de ILAI (Figura 46), representando praticamente toda a composição larvária do gênero *Aedes* em Joinville. A partir de 2019, contudo, nota-se elevação contínua dos valores de *Aedes aegypti* (Figura 47), acompanhada pela queda progressiva dos índices de *Aedes albopictus*. Essa inversão de comportamento se estabiliza em 2021, quando as duas espécies passam a apresentar valores semelhantes, indicando coexistência equilibrada, mas com domínio consolidado de *Aedes aegypti* nas áreas urbanizadas.

Figura 46 - Bar chart e Box plot de ILAI da espécie *Aedes albopictus* por ano.

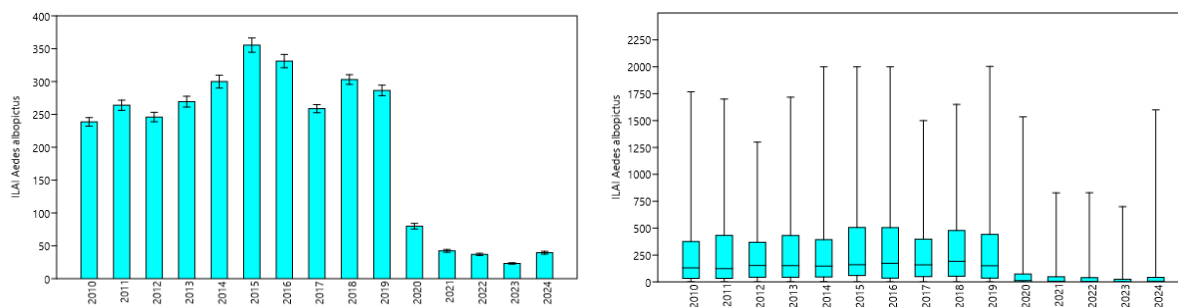
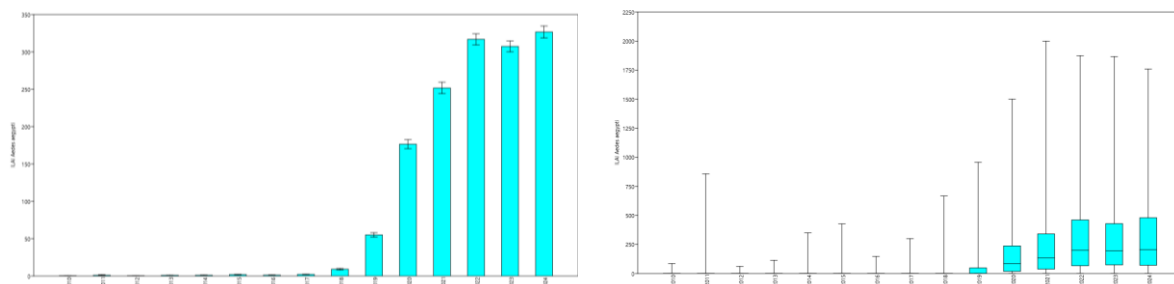


Figura 47- Bar chart e Box plot de ILAI da espécie *Aedes aegypti* por ano.



A análise da sazonalidade, ilustrada nas Figuras 48 e 49, demonstra que ambas as espécies apresentam padrões anuais semelhantes, com picos de ILAI concentrados entre o verão e o início do outono, seguidos por declínio nos meses de inverno. No entanto, *Aedes albopictus* apresenta maior amplitude de variação, com oscilações acentuadas ao longo do ano, enquanto *Aedes aegypti* exibe comportamento mais estável e contínuo. Essa estabilidade reflete maior capacidade de adaptação ao ambiente urbano, com menor dependência de áreas vegetadas e maior tolerância às condições antrópicas. O padrão observado confirma o processo de urbanização ecológica de *Aedes aegypti*, já descrito em estudos realizados em outras cidades tropicais brasileiras.

Figura 48 - Bar chart e Box plot do ILAI da espécie *Aedes albopictus* por semana epidemiológica.

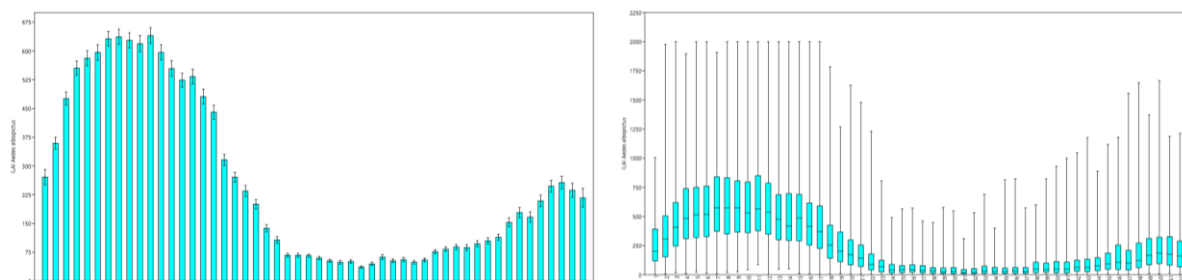
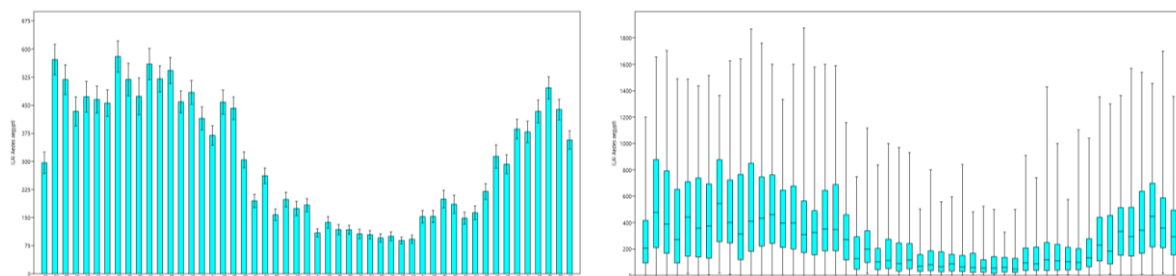
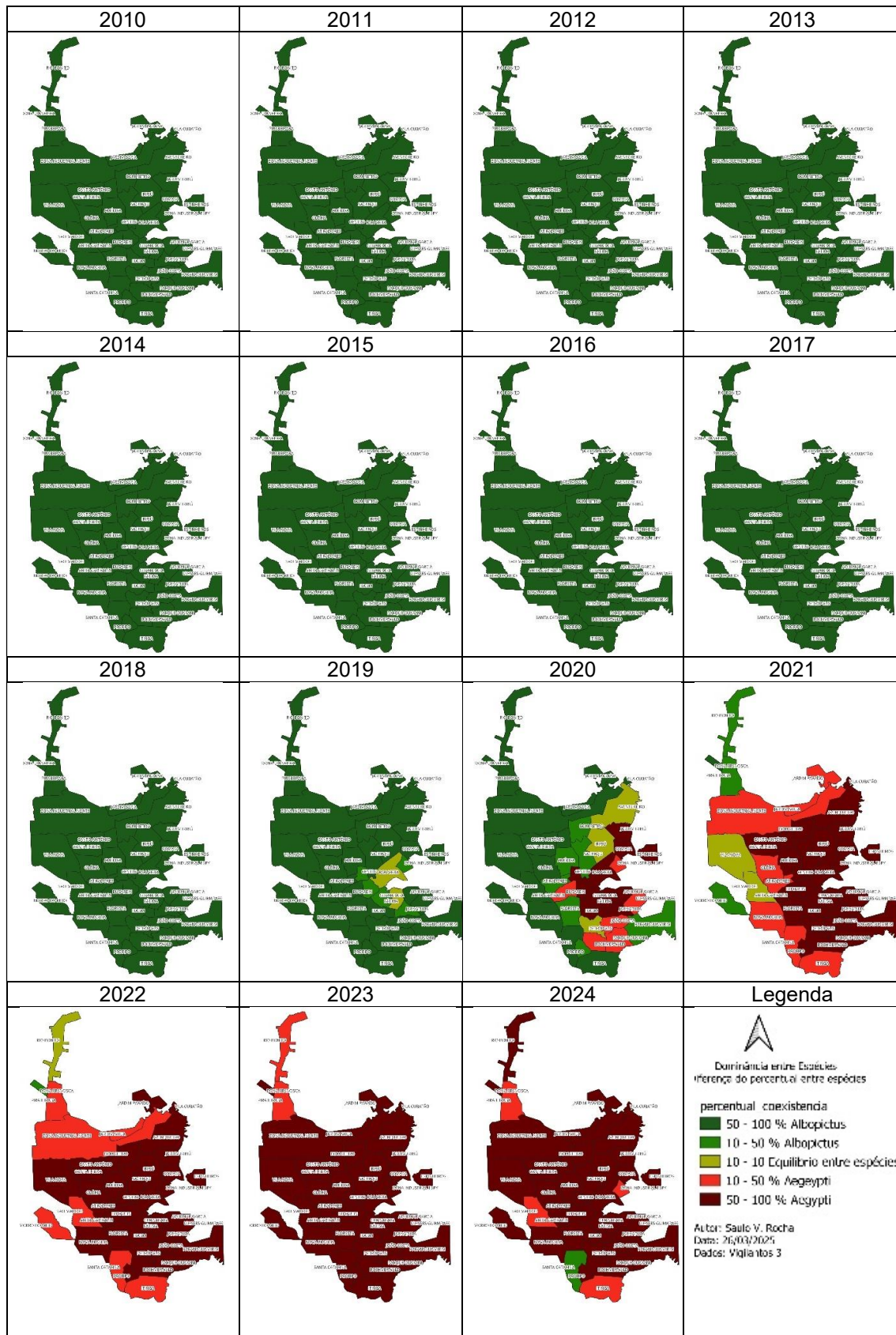


Figura 49- Bar chart e Box plot do ILAI da espécie *Aedes aegypti* por semana epidemiológica.



A análise espacial complementa a interpretação temporal ao demonstrar a progressão geográfica do processo de substituição entre as espécies (Figura 50). Os mapas são apresentados em escala gradual de cores onde a cor verde significa dominância da espécie *Aedes albopictus*, vermelha a dominância da espécie *Aedes aegypti*. Os mapas indicam que a transição se iniciou em 2019 na região leste do município, área caracterizada por alta densidade populacional e maior conectividade territorial. Em 2020, *Aedes aegypti* expandiu-se para as regiões norte e sul, alcançando em 2021 toda a extensão leste-oeste de Joinville. A partir de 2023, observa-se predomínio quase absoluto de *Aedes aegypti* em toda a área urbana monitorada, enquanto *Aedes albopictus* permanece restrita a zonas periféricas e fragmentos vegetados.

Figura 50 - Mapas de diferença percentual entre as espécies *Aedes albopictus* e *Aedes aegypti* por ano.



Esses resultados confirmam o processo de substituição ecológica gradual e a consolidação de *Aedes aegypti* como espécie dominante e adaptada ao ambiente urbano de Joinville. A tendência observada é consistente com padrões registrados em outros municípios brasileiros que experimentaram epidemias de dengue a partir de 2020, reforçando a relação entre a expansão de *Aedes aegypti*, a urbanização e a intensificação da transmissão viral.

6.5 Incidência de dengue

Entre 2010 e o primeiro semestre de 2019, não foram registradas notificações de casos autóctones de dengue em Joinville. Os primeiros registros

Entre 2010 e o primeiro semestre de 2019, não foram registradas notificações de casos autóctones de dengue no município de Joinville, evidenciando um longo período sem transmissão local. Os primeiros registros ocorreram apenas no segundo semestre de 2019, ainda de forma pontual e sem configuração epidêmica. A partir de 2020, observou-se um aumento expressivo e sustentado no número de casos confirmados, marcando o início de uma série de epidemias anuais consecutivas.

No período de 2020 a 2024, foram confirmados 163.723 casos de dengue, caracterizando cinco epidemias sucessivas e consolidando um cenário de transmissão endêmica. A tendência geral observada é de crescimento contínuo da incidência, refletindo a ampliação da circulação viral e a adaptação vetorial no ambiente urbano.

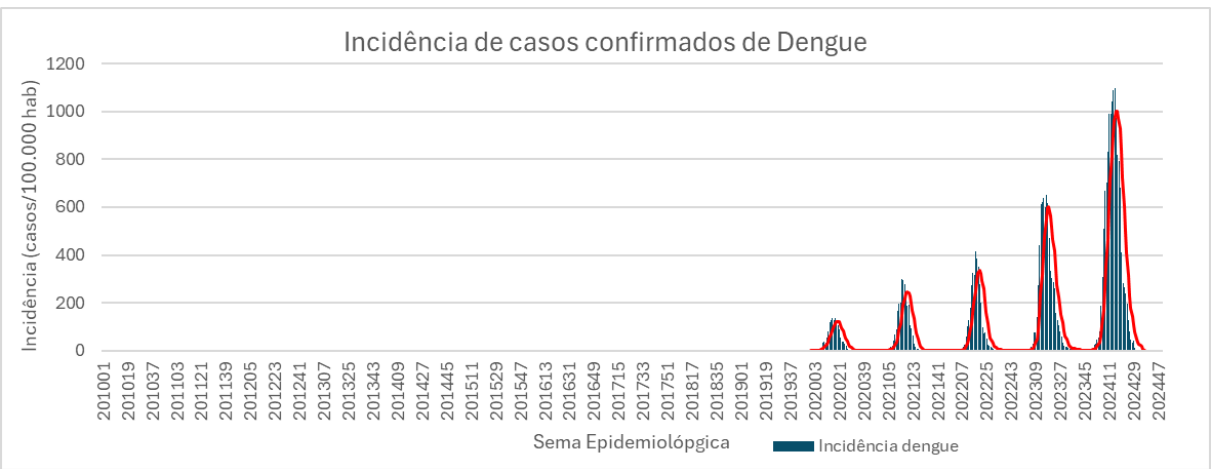
Para fins analíticos, os casos confirmados foram organizados por ano e semana epidemiológica, e a incidência foi expressa em casos por 100.000 habitantes, calculada com base na população de referência do Censo Demográfico do IBGE de 2022.

A adoção exclusiva dos valores populacionais do Censo 2022 fundamenta-se na necessidade de garantir uma base de cálculo atualizada, metodologicamente padronizada e territorialmente coerente com os limites administrativos do município. As estimativas intercensitárias, por sua natureza projetiva, podem introduzir distorções significativas quando aplicadas a análises por bairros ou regiões administrativas, especialmente em cidades de grande porte e com intensa dinâmica urbana, como Joinville. O uso de uma única base censitária assegura consistência estatística e comparabilidade temporal, eliminando o viés decorrente de variações artificiais da

população entre anos. Assim, as variações de incidência observadas refletem, de fato, as flutuações reais no número de casos, e não alterações metodológicas na base populacional.

A Figura 51 apresenta a curva de incidência semanal, que evidencia o comportamento temporal das epidemias entre 2020 e 2024.

Figura 51- Incidência de dengue por semana epidemiológica (Casos confirmados por 100.000 habitantes).



A análise da Figura 51 revela um padrão de ascensão abrupta da incidência a partir de 2020, com picos concentrados em torno da semana epidemiológica 16, indicando marcada sazonalidade anual. Esse comportamento se repete nos anos subsequentes, caracterizando ciclos epidêmicos recorrentes e bem definidos.

Os resultados da estatística descritiva (Tabela 11) reforçam o caráter heterogêneo da distribuição dos casos e a presença de picos epidêmicos isolados, com alta variabilidade e forte assimetria à direita.

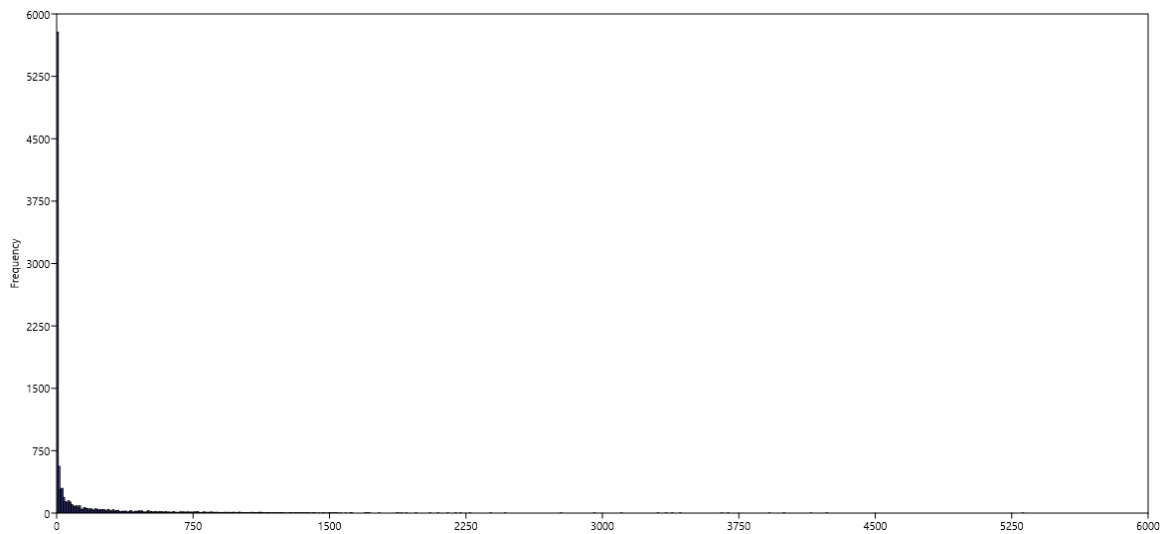
Tabela 11- Estatística descritiva de casos confirmados de dengue e incidência de casos confirmados de dengue.

<i>Incidência de Dengue</i>	
Dados	Valor
Número de observações	10223.00
Mínimo	0.00
Máximo	969.00
Soma	174585.00
Média	17.08
Erro padrão	0,477492
Variância	2330,83
Desvio padrão	48.28
Mediana	0.00
Percentil 25	0.00
Percentil 75	9.00
Assimetria (Skewness)	6.59
Curtose (Kurtosis)	73.17

A diferença marcante entre a média (17,08) e a mediana (0,00), associada ao elevado desvio padrão (48,28), indica a ocorrência de surtos localizados e períodos Inter epidêmicos prolongados. Os testes de normalidade (Shapiro-Wilk, Anderson-Darling, Lilliefors e Jarque-Bera) rejeitaram a hipótese de distribuição normal ($p < 0,05$ em todos os casos), confirmando o comportamento não normal e explosivo das epidemias.

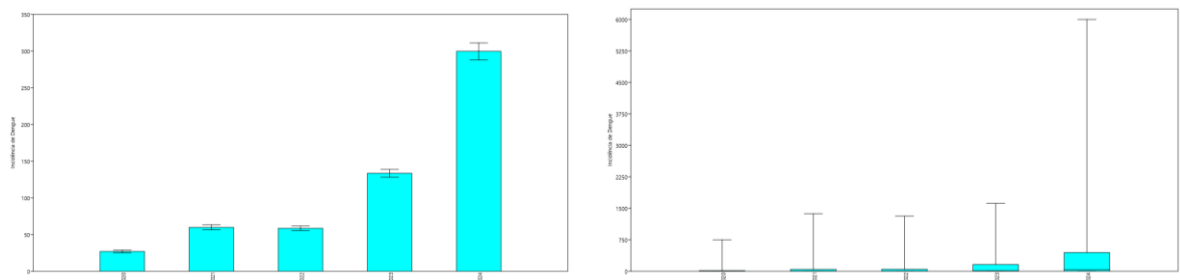
O histograma da incidência (Figura 52) ilustra essa distribuição assimétrica, com predominância de valores baixos e ocorrência esporádica de picos elevados, característicos de eventos epidêmicos agudos.

Figura 52- Histograma de incidência de casos confirmados de dengue.



A evolução anual da incidência é apresentada nos gráficos de barras e box plots (Figura 53). O Bar Chart mostra um aumento progressivo das médias anuais entre 2020 e 2024, com baixos erros padrão, evidenciando consistência entre os valores médios. O Box Plot, por sua vez, demonstra ampla variabilidade em 2024, indicando heterogeneidade espacial e intensificação da transmissão naquele ano.

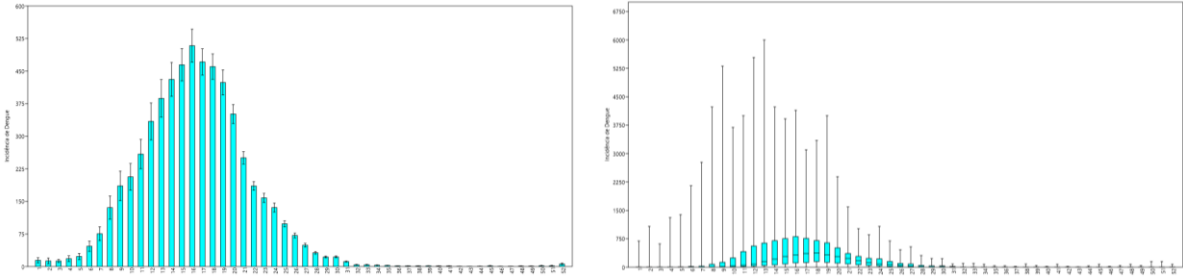
Figura 53 - Bar chart e Box plot de incidência de dengue por ano (2020-2024).



Para avaliar a sazonalidade e a distribuição espacial, foram construídos gráficos de Bar Chart e Box Plot por bairro, ano e semana epidemiológica (Figura 54). Observa-se padrão sazonal recorrente, com curvas em formato de sino que atingem o ápice próximo à semana epidemiológica 16. Essa consistência temporal reflete a

influência climática e ambiental sobre a dinâmica vetorial, associada à maior densidade de mosquitos e à intensificação da circulação viral nos meses quentes e úmidos.

Figura 54- Bar chart e Box plot para Incidência de Casos Confirmados de Dengue por bairro, ano e semana epidemiológica (2020-2024).



A análise espacial foi complementada pela Tabela 12, que apresenta a incidência anual por bairro, utilizando escala cromática gradual (verde para menor e vermelho para maior incidência).

Tabela 12- Incidência de dengue por bairro (casos/100.000 habitantes) por ano por bairro com classificação gradual de cores, 2020-2024.

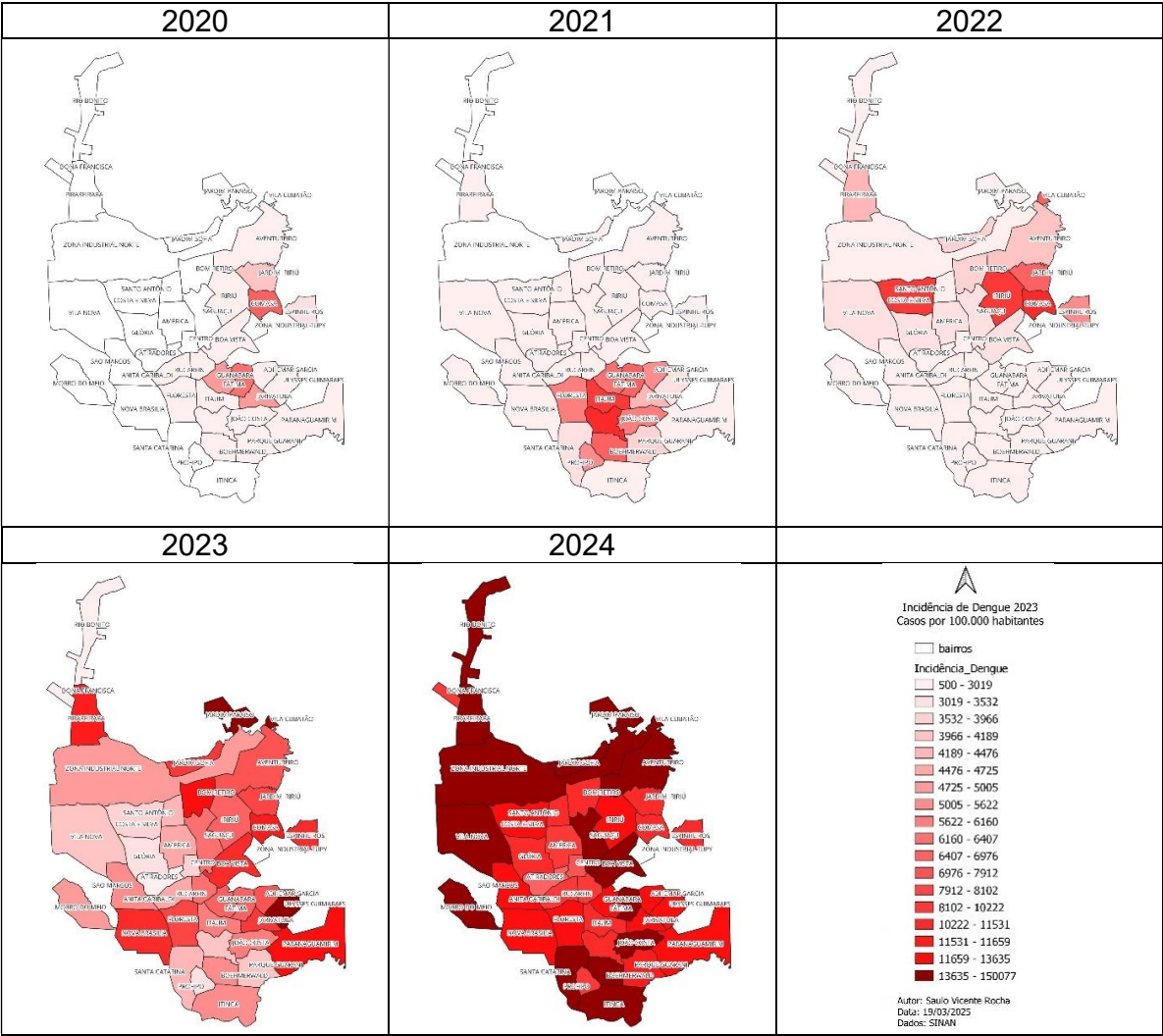
Bairro	Incid. Dengue 2020	Incid. Dengue 2021	Incid. Dengue 2022	Incid. Dengue 2023	Incid. Dengue 2024	Incid. Dengue 2020 - 2024
ADHEMAR GARCIA	2107.14	5616.07	1625.00	7892.86	13098.21	30339.29
AMERICA	292.68	910.57	3024.39	4504.07	8796.75	17528.46
ANITA GARIBALDI	1097.56	2081.30	1390.24	4560.98	9121.95	18252.03
ATIRADORES	153.85	984.62	984.62	2969.23	6830.77	11923.08
AVENTUREIRO	1199.06	1496.49	3985.95	7754.10	22976.58	37412.18
BOA VISTA	2738.64	1829.55	3426.14	10767.05	17647.73	36409.09
BOEHMERWALD	806.82	6784.09	1670.45	5482.95	18835.23	33579.55
BOM RETIRO	305.56	1229.17	3840.28	11666.67	10486.11	27527.78
BUCAREIN	1521.13	2788.73	1394.37	6197.18	9239.44	21140.85
CENTRO	296.88	734.38	2453.13	3796.88	7718.75	15000.00
COMASA	6620.19	1778.85	10346.15	11634.62	11115.38	41495.19
COSTA E SILVA	109.47	1215.98	9000.00	3784.02	13591.72	27701.18
DONA FRANCISCA	0.00	0.00	500.00	500.00	9166.67	10166.67
ESPINHEIROS	3317.76	1579.44	5037.38	10457.94	11000.00	31392.52
FATIMA	6321.68	6468.53	2580.42	6461.54	14118.88	35951.05
FLORESTA	614.35	5771.30	1542.60	7991.03	12668.16	28587.44
GLORIA	72.00	1200.00	3488.00	3216.00	10568.00	18544.00
GUANABARA	4903.51	6175.44	1640.35	6929.82	11947.37	31596.49
IRIRIU	1740.16	2149.61	8145.67	6685.04	12637.80	31358.27
ITAUM	1568.49	8458.90	1554.79	6109.59	10849.32	28541.10
ITINGA	226.19	2714.29	1726.19	5011.90	20654.76	30333.33
JARDIM IRIRIU	4078.65	1996.25	6565.54	7951.31	10876.40	31468.16
JARDIM PARAISO	150.86	482.76	2620.69	14659.48	15633.62	33547.41
JARDIM SOFIA	34.48	551.72	3586.21	8172.41	14810.34	27155.17
JARIVATUBA	4877.70	4223.02	1431.65	8330.94	11661.87	30525.18
JOAO COSTA	753.42	6047.95	2130.14	6123.29	13876.71	28931.51
MORRO DO MEIO	140.50	545.45	1305.79	4884.30	18016.53	24892.56
NOVA BRASILIA	219.86	1404.26	2219.86	11510.64	11971.63	27326.24
PARANAGUAMIRIM	1074.18	2290.80	2569.73	12204.75	12094.96	30234.42
PARQUE GUARANI	500.00	3647.06	2022.06	4000.00	11558.82	21727.94
PETROPOLIS	1198.63	10630.14	1383.56	4041.10	11452.05	28705.48
PIRABEIRABA	265.31	734.69	4265.31	11653.06	46387.76	63306.12
PROFIPO	170.21	5021.28	1382.98	3148.94	10063.83	19787.23
RIO BONITO	30.30	75.76	909.09	1787.88	13742.42	16545.45
SAGUACU	286.71	1643.36	3328.67	6216.78	15167.83	26643.36
SANTA CATARINA	80.00	3453.33	1240.00	4413.33	16213.33	25400.00
SANTO ANTONIO	186.92	700.93	2962.62	4457.94	11392.52	19700.93
SAO MARCOS	187.50	1687.50	2093.75	5187.50	12718.75	21875.00
ULYSSES GUIMARAES	2016.81	3378.15	2218.49	14184.87	13504.20	35302.52
VILA CUBATAO	230.77	461.54	6615.38	15076.92	58923.08	81307.69
VILA NOVA	71.21	582.04	3157.89	4160.99	15687.31	23659.44
ZONA INDUSTRIAL NORTE	96.77	290.32	1225.81	4806.45	19032.26	25451.61
ZONA INDUSTRIAL TUPY	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Destacam-se os valores elevados de incidência em 2024 nos bairros Vila Cubatão e Pirabeiraba, possivelmente influenciados por inconsistências de notificação, decorrentes da dificuldade dos moradores em identificar sua inserção nos limites oficiais dos bairros. O mesmo padrão pode ocorrer na Zona Industrial Norte. Ressalta-se que o bairro Zona Industrial Tupy não possui população residente, razão pela qual não apresenta incidência.

A Figura 55 apresenta, em escala cromática com gradação na cor vermelha, os bairros de Joinville com maior incidência de casos confirmados de dengue. A análise espacial evidencia uma expansão geográfica progressiva da doença ao longo

do período de estudo. Em 2020, a epidemia concentrou-se predominantemente na região Leste do município; em 2021, observou-se o avanço da transmissão para a região Sul; e em 2022, o foco retornou à região Leste, com destaque para o bairro Costa e Silva, localizado no setor Norte. Nos anos de 2023 e 2024, verificou-se ampla dispersão dos casos por todo o território urbano, caracterizando um processo de urbanização consolidada da transmissão vetorial em Joinville.

Figura 55 - Mapas de incidência anual de dengue por bairro por ano, 2020-2024.



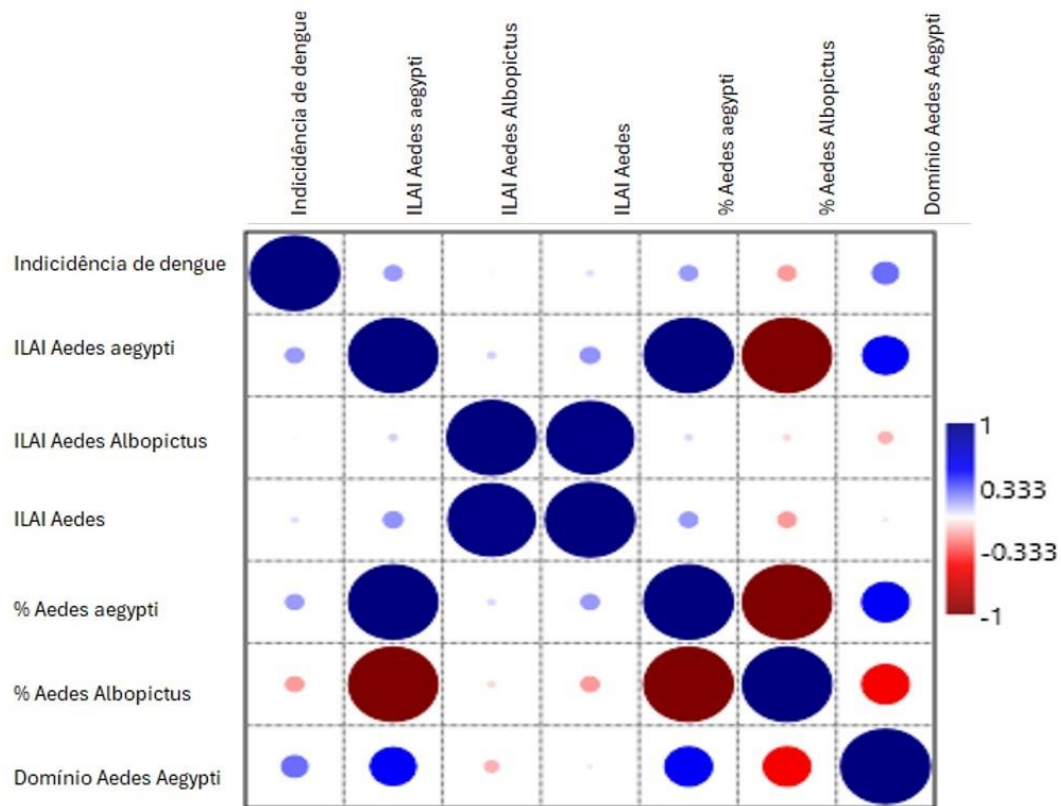
6.6 Coexistência entre os mosquitos *Aedes aegypti* com *Aedes albopictus* e sua relação com a incidência de dengue

A análise da coexistência entre as espécies *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* e sua relação com a incidência de dengue no município de Joinville foi realizada a partir da consolidação de dados entomológicos e epidemiológicos no período de 2010 a 2024, agregados por bairro, ano e semana epidemiológica. Para essa etapa, foi incluído o indicador de predominância da espécie *Aedes aegypti* (variável binária), possibilitando a avaliação da dominância vetorial ao longo do tempo. Em seguida, foram aplicados testes de correlação de Spearman, considerando as medianas dos Índices de Larvas por Armadilha Inspecionada (ILAI) por espécie e a incidência de casos de dengue.

Tabela 13 - Teste de Correlação de Spearman's rs.

	Incid. Dengue	ILAI aegypti	ILAI albopictus	ILAI Aedes	% aegypti	% albopictus	Domínio Aegypti
Incid. Dengue		0.20	-0.01	0.06	0.19	-0.19	0.29
ILAI aegypti	0.20		0.09	0.21	1.00	-1.00	0.51
ILAI albopict	-0.01	0.09		0.97	0.07	-0.07	-0.15
ILAI Aedes	0.06	0.21	0.97		0.20	-0.20	0.04
% aegypti	0.19	1.00	0.07	0.20		-1.00	0.52
% albopict	-0.19	-1.00	-0.07	-0.20	-1.00		-0.52
Domínio Aegypti	0.29	0.51	-0.15	0.04	0.52	-0.52	

Figura 56 - Gráfico de correlação de Spearman's rs.



Os resultados apresentados na Tabela 13 – Teste de Correlação de Spearman's rs e na Figura 56 – Gráfico de correlação de Spearman's rs indicam que, embora exista coincidência temporal entre o aumento da dominância de *Aedes aegypti* e o crescimento da incidência de dengue, as correlações iniciais calculadas apresentaram valores baixos, com coeficiente de Spearman (ρ) igual a 0,20 para *Aedes aegypti* e -0,12 para *Aedes albopictus*, evidenciando uma associação fraca entre a densidade larvária e a ocorrência da doença. Essa baixa correlação pode ser atribuída a diversos fatores, entre eles o uso do endereço de residência como referência espacial para os casos humanos, o que pode não corresponder ao local real de infecção, além da influência de variáveis ambientais, densidade populacional humana, competência vetorial e circulação viral.

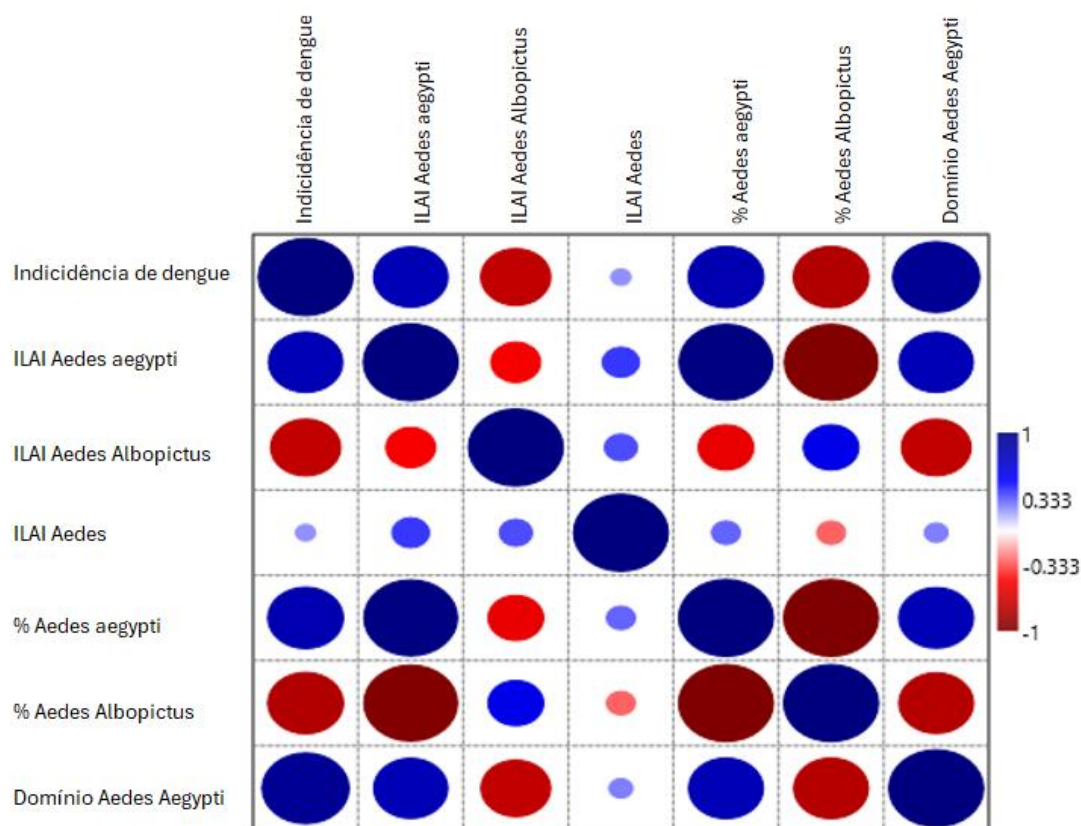
Quando aplicadas técnicas estatísticas robustas, com uso de medianas semanais e exclusão de outliers, observou-se um aumento expressivo na força da

associação entre o ILAI de *Aedes aegypti* e a incidência de dengue. Conforme evidenciado na Tabela 14 – Teste de Correlação de Spearman's rs e na Figura 57 – Gráfico de correlação de Spearman's rs, a correlação de Spearman atingiu valores superiores a 0,70, revelando que, ao reduzir a interferência de flutuações extremas e inconsistências amostrais, emerge uma relação mais nítida entre a densidade vetorial e o risco de transmissão da doença. Esses resultados reforçam o potencial do ILAI de *Aedes aegypti* como indicador preditivo sensível à dinâmica epidemiológica da dengue, sobretudo em contextos urbanos.

Tabela 14 - Teste de Correlação de Spearman's rs.

	Med. Incid. dengue	Med. ILAI A. aegypti	Med. ILAI A. albopictus	Med. ILAI Aedes	Med. % A. aegypti	Med. % A. albopictus	Domínio aegypti
Med. Incid. dengue		0.78	-0.74	0.21	0.80	-0.80	0.92
Med. ILAI A. aegypti	0.78		-0.52	0.39	0.99	-0.99	0.78
Med. ILAI A. albopictus	-0.74	-0.52		0.35	-0.59	0.59	-0.73
Med. ILAI Aedes	0.21	0.39	0.35		0.30	-0.30	0.25
Med. % A. aegypti	0.80	0.99	-0.59	0.30		-1.00	0.79
Med. % A. albopictus	-0.80	-0.99	0.59	-0.30	-1.00		-0.79
Domínio aegypti	0.92	0.78	-0.73	0.25	0.79	-0.79	

Figura 57 - Gráfico de correlação de Spearman's rs.



A avaliação temporal dos indicadores por semana epidemiológica demonstrou alternância de predominância entre as espécies a partir de 2020, sem alteração significativa no comportamento geral do gênero *Aedes*. O pico do ILAI ocorreu na semana epidemiológica 10, enquanto o pico da incidência de dengue foi registrado na semana 16, indicando uma defasagem média de seis semanas entre o aumento da densidade vetorial e o crescimento de casos humanos. Essa defasagem temporal, visualizada nas Figuras 58, Figura 59 e Figura 60, corresponde ao intervalo extrínseco de incubação viral nos mosquitos, reafirmando o nexos causal entre o aumento populacional de vetores e a intensificação da transmissão da dengue.

Figura 58- ILAI do Gênero *Aedes* e incidência de dengue por ano e semana epidemiológica.

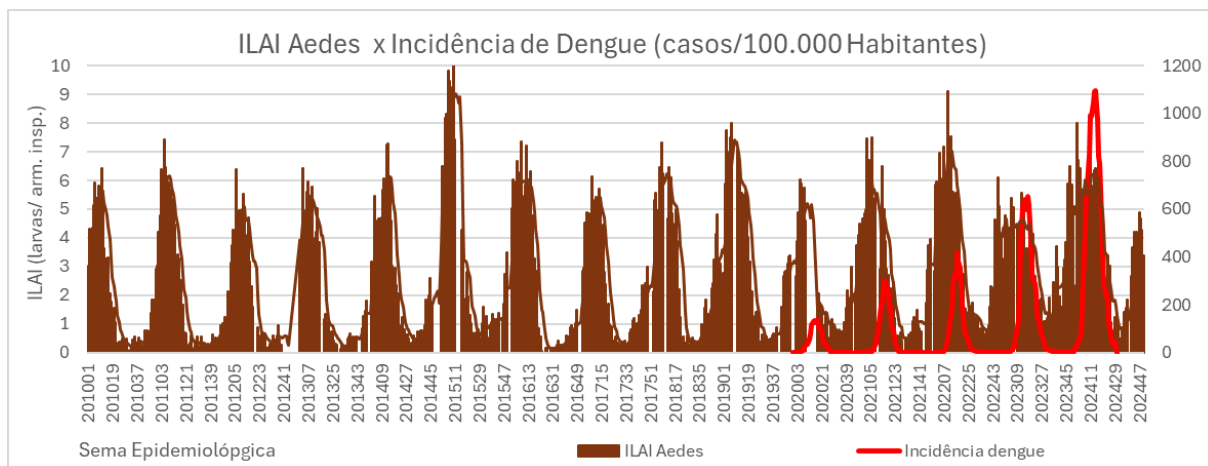


Figura 59 - ILAI *Aedes albopictus* e incidência de dengue por ano e semana epidemiológica.

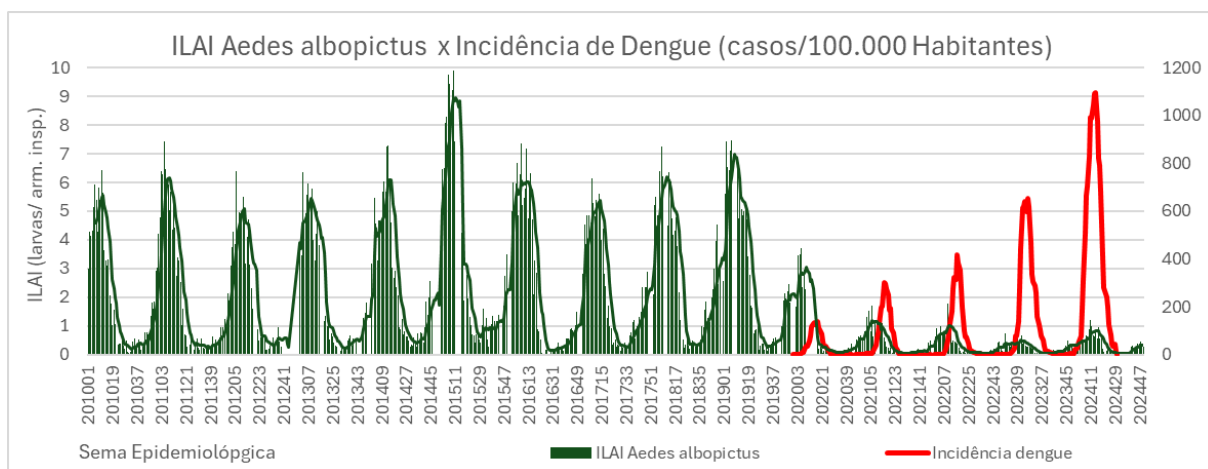
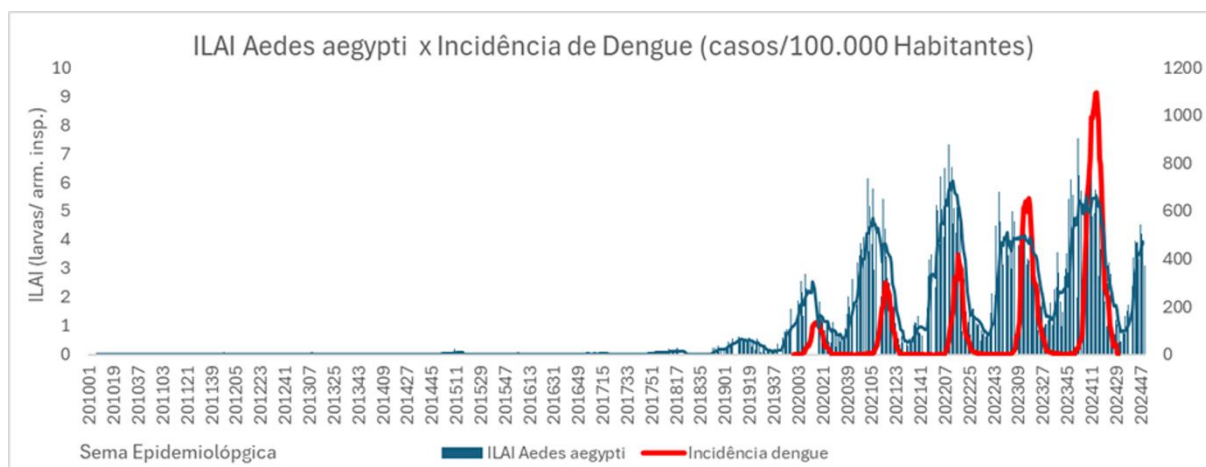


Figura 60 - ILAI *Aedes aegypti* e incidência de dengue por ano e semana epidemiológica.



As análises anuais apresentadas nas Figuras 58 a 60 mostram que o indicador do gênero *Aedes* manteve padrão sazonal recorrente ao longo da série histórica, com elevação dos índices entre dezembro e março e redução nos meses de inverno. A partir de 2019, observou-se declínio gradual do ILAI de *Aedes albopictus*, concomitante ao aumento expressivo do ILAI de *Aedes aegypti* e à eclosão das epidemias de dengue a partir de 2020. Enquanto *Aedes albopictus* manteve comportamento inversamente proporcional à incidência da doença, *Aedes aegypti* apresentou trajetória ascendente e fortemente associada aos surtos epidêmicos, o que sugere processo de substituição ecológica e consolidação de domínio urbano dessa espécie no município.

As figuras 61, 62, 63 e 64, permitem a comparação entre a incidência de dengue com os dados do ILAI. Observando a existência do padrão de sazonalidade conjunta entre densidade vetorial e ocorrência de casos. O ILAI apresentou elevação acentuada a partir das semanas epidemiológicas iniciais do verão, atingindo o ápice entre as semanas 12 e 18, enquanto os casos confirmados de dengue concentraram-se entre as semanas 14 e 20, com defasagem média de quatro a seis semanas.

Figura 61 - Bar chart e Box plot para Incidência de Casos Confirmados de Dengue por bairro, ano e semana epidemiológica (2020-2024).

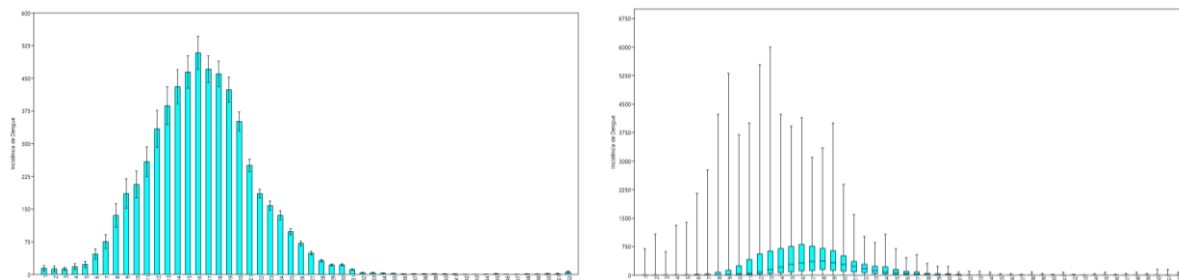


Figura 62 - Bar chart e Box plot do ILAI do Gênero *Aedes* por semana entomológica (2010-2024).

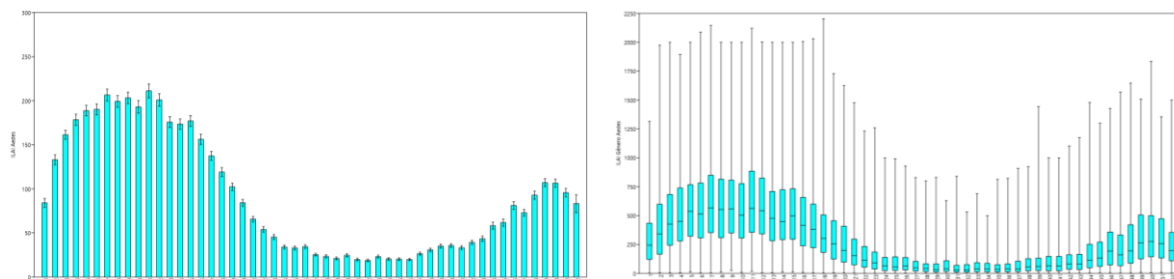


Figura 63- Bar chart e Box plot do ILAI da espécie *Aedes albopictus* por semana epidemiológica.

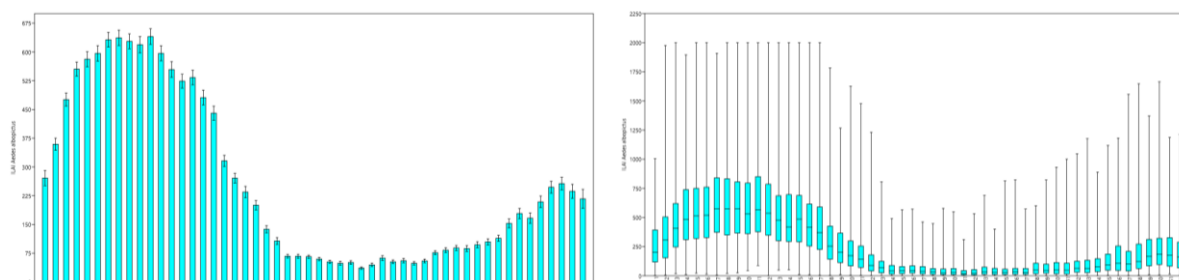
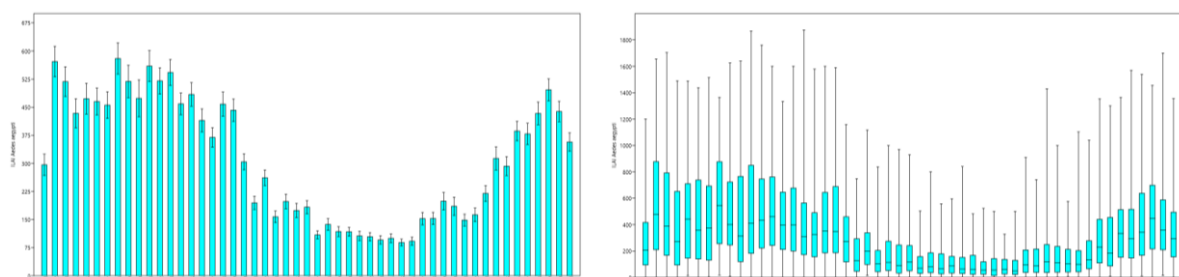
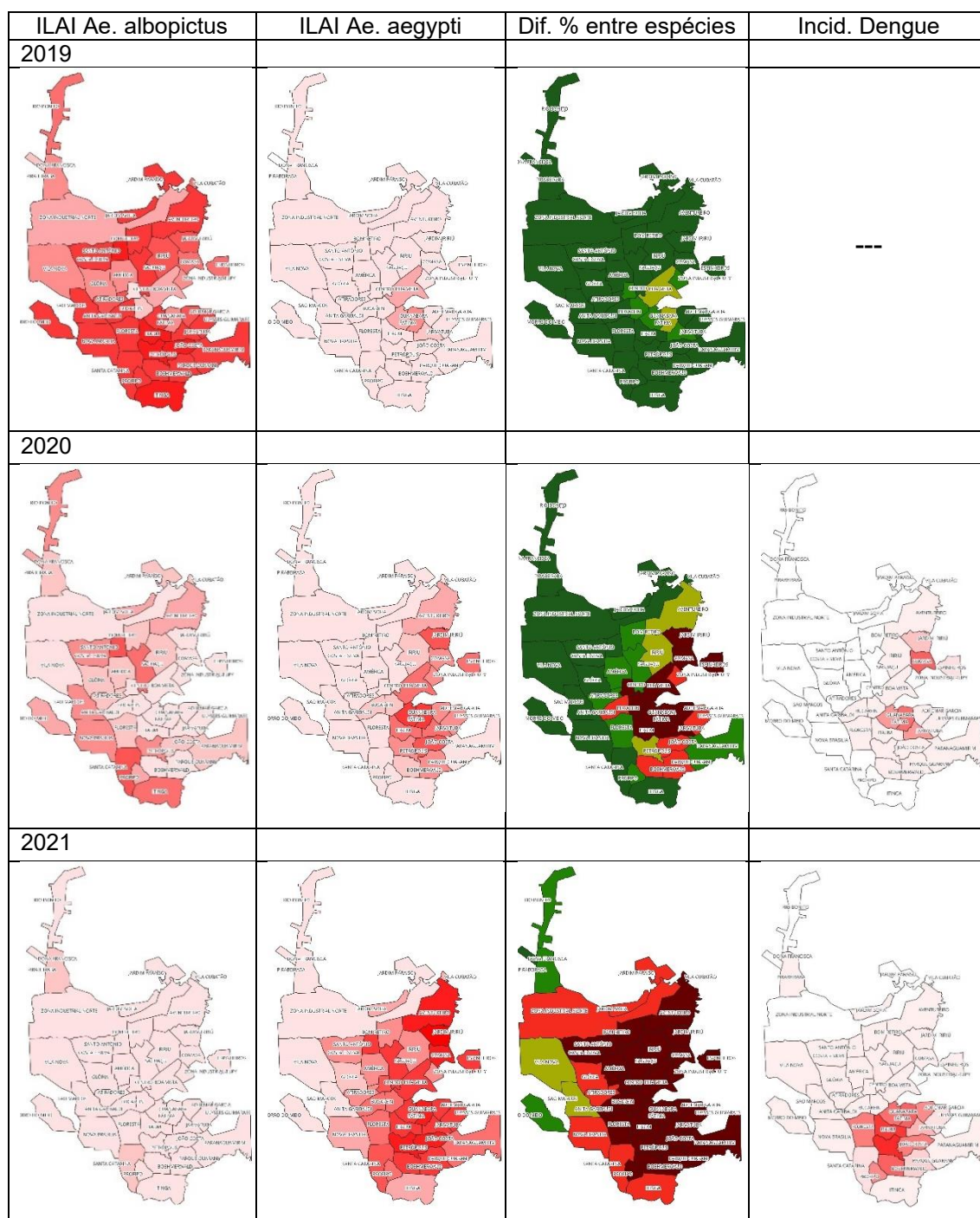


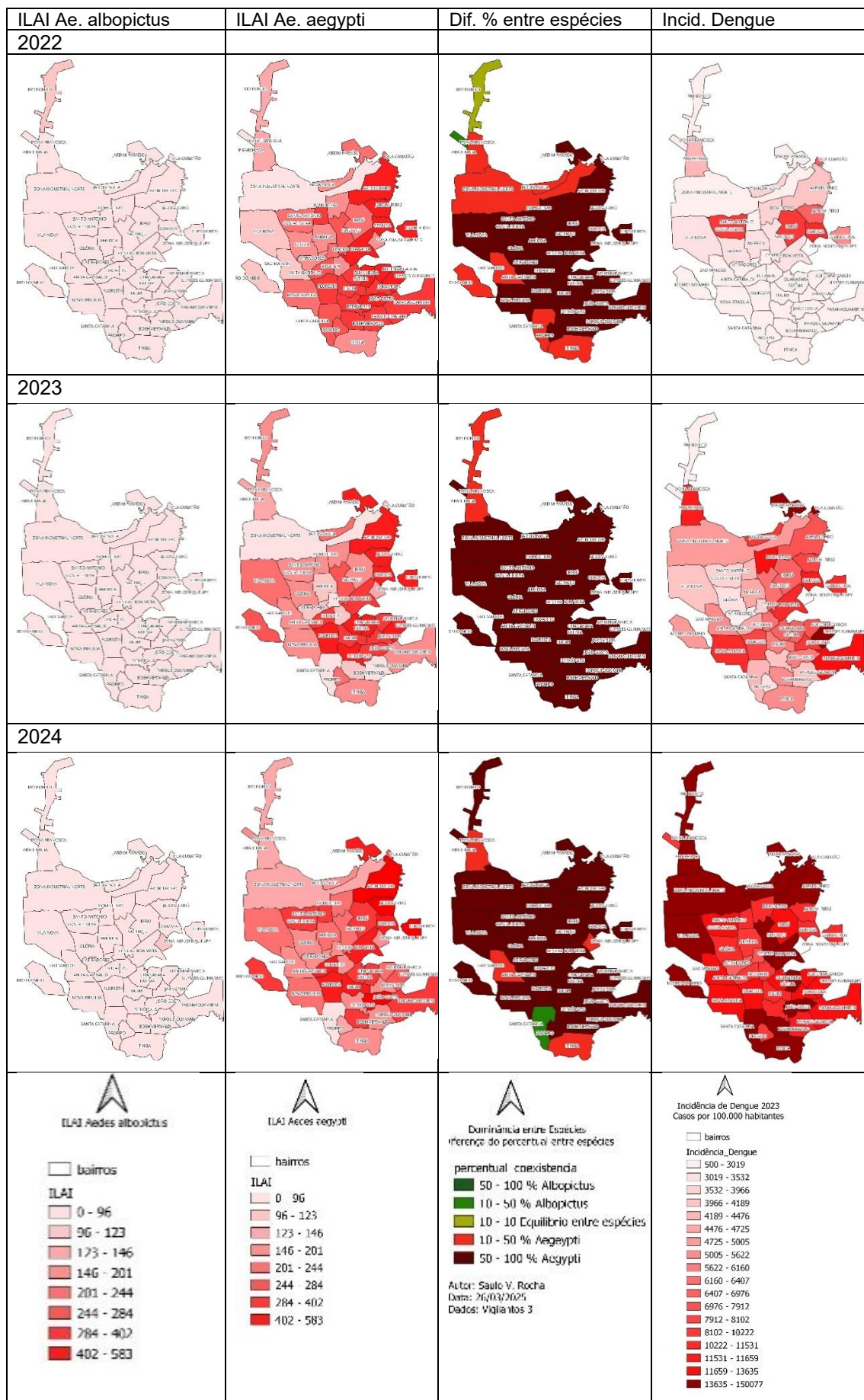
Figura 64 - Bar chart e Box plot do ILAI da espécie *Aedes aegypti* por semana epidemiológica (2022-2024).



A análise espacial comparativa, apresentada na Figura 65, evidencia que a incidência de dengue ocorreu inicialmente nas áreas de maior dominância de *Aedes aegypti* e de maiores valores do ILAI dessa espécie, especialmente na região Leste do município em 2020. Nos anos subsequentes, observou-se a persistência da transmissão nas mesmas áreas, ainda que a distribuição espacial da densidade vetorial nem sempre coincidissem com as zonas de maior incidência, o que sugere influência de fatores adicionais, como mobilidade populacional, densidade habitacional e heterogeneidade microambiental. Em 2019, os indicadores já apontavam para uma transição na coexistência entre as espécies, evidenciando o início da predominância de *Aedes aegypti* e o enfraquecimento de *Aedes albopictus* nos ambientes urbanos.

Figura 65- Mapas comparativos de Mediana Anual de ILAI *Aedes albopictus*, ILAI *Aedes aegypti*, % *Aedes aegypti* e incidência de dengue.





7. DISCUSSÕES

Os resultados obtidos revelaram padrões marcantes na distribuição espaço-temporal das espécies *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, bem como sua associação com a incidência de dengue no município de Joinville (SC), no período de 2010 a 2024.

Verificou-se que a partir de 2019 ocorreu uma redução progressiva na população de *Aedes albopictus*, concomitante à expansão territorial, consolidação ecológica e posterior domínio da espécie *Aedes aegypti*. Essa transição entre as espécies indica um processo de substituição vetorial, já descrito em outras regiões tropicais e subtropicais, em que *Aedes aegypti*, por sua maior adaptação ao ambiente urbano e maior competência vetorial, tende a se sobrepor ecologicamente ao *Aedes albopictus*.

A análise da diferença percentual entre espécies, calculada como a proporção de larvas de *Aedes aegypti* em relação ao total do gênero *Aedes*, mostrou-se um indicador sensível para identificar zonas de transição ecológica. Áreas com percentual entre 30-70% para ambas as espécies corresponderam espacialmente aos primeiros focos de transmissão de dengue a partir de 2020, sugerindo que a instabilidade competitiva pode criar condições favoráveis para surtos iniciais.

O período de maior variação no domínio entre as espécies foi registrado em 2020, concentrando-se em um intervalo estimado de aproximadamente dois meses, o que sugere uma mudança rápida na dinâmica populacional dos vetores. Esta janela temporal relativamente curta para a transição de dominância tem implicações operacionais, indicando a necessidade de monitoramento frequente (preferencialmente quinzenal) durante este período crítico para detecção precoce de mudanças na composição vetorial. Esse intervalo coincide com o início das primeiras epidemias de dengue em Joinville, evidenciando uma possível relação entre o predomínio de *Aedes aegypti* e o aumento na transmissão viral.

Após o estabelecimento da espécie *Aedes aegypti* em grande parte do território urbano, observou-se o surgimento de surtos epidêmicos a partir de 2020, que pode indicar um novo cenário epidemiológico para o município. Essa associação temporal reforça o papel central dessa espécie na manutenção e amplificação das cadeias de transmissão do vírus da dengue em ambientes urbanos. A estabilização do ILAI de *Aedes aegypti* em patamares elevados a partir de 2022,

concomitantemente com a consolidação de epidemias anuais, indica que o município atingiu um novo patamar endêmico-epidêmico, demandando a adaptação das estratégias de controle de ações emergenciais para programas de manejo integrado de longo prazo. Logicamente não se pode associar a circulação da doença unicamente ao domínio da espécie *Aedes aegypti*, uma vez que em alguns países o vetor principal da doença é o *Aedes albopictus*. Para se comprovar essa hipótese se faz necessária realização de monitoramento entomoviológico, discriminando quais as espécies estão contaminadas com o vírus com sua identificação espaço temporal.

7.1 Sazonalidade e Variações Temporais

A análise do comportamento sazonal do Índice de Larvas por Armadilha Inspeccionada (ILAI), tanto para o gênero *Aedes* quanto para suas espécies individualmente analisadas (*Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*), revelou padrões associados às semanas epidemiológicas, refletindo a dinâmica temporal da presença vetorial.

Observou-se que os valores mais elevados do ILAI se concentraram entre as semanas epidemiológicas 5 e 11, o que corresponde ao período entre o início de fevereiro e meados de março, onde ocorre a transição do verão para o outono. Esse padrão sugere que a maior densidade de formas aquáticas dos mosquitos (larvas e pupas) ocorre nesse intervalo.

A defasagem de aproximadamente 6 semanas entre o pico do ILAI (SE 10) e o pico de incidência de dengue (SE 16) corrobora o período extrínseco de incubação viral em *Aedes aegypti*, variando de 8 a 12 dias em condições ideais de temperatura (Mordecai et al., 2017). Este intervalo temporal tem implicações operacionais diretas para o planejamento de ações de controle, sugerindo que intervenções implementadas até a SE 10 podem impactar a curva epidêmica ainda na mesma estação.

Embora o ILAI represente a fase aquática do vetor, é importante ressaltar que a transmissão da dengue ocorre exclusivamente pela picada de fêmeas adultas infectadas. A fase aquática do *Aedes* tem duração média de aproximadamente 7 dias, e a fase adulta pode perdurar 4 semanas na natureza, dependendo das condições ambientais (Valle, 2021).

Considerando a transição entre as fases de desenvolvimento do vetor, estima-se que a concentração da população adulta de mosquitos ocorra entre 3 e 5 semanas após o pico de densidade larvária. Além disso, uma vez infectado com o vírus da dengue, o mosquito precisa completar o período extrínseco de incubação, que dura de 8 a 12 dias, para se tornar competente para transmissão viral.

Com base nessas estimativas teóricas, é possível inferir que o pico de mosquitos adultos infectados tende a ocorrer entre as semanas epidemiológicas 9 e 18, ou seja, da segunda quinzena de fevereiro até a primeira quinzena de abril. Os resultados da análise estatística apresentaram maior incidência de casos de dengue em Joinville entre as semanas 12 e 17. Estando contidos dentro do período estimado em literatura, porém de forma mais concentrada no tempo. Os casos concentraram-se de forma mais restrita no tempo (SE 12-17) do que a janela teórica estimada (SE 9-18), possivelmente refletindo a influência de outros fatores, como a busca por serviços de saúde e a confirmação laboratorial, que podem comprimir a curva de notificação.

A determinação dos padrões de sazonalidade da população de vetores se faz fundamental para o planejamento das ações de controle vetorial. Nos momentos de baixa proliferação do vetor, os mesmos, estão mais vulneráveis a ações de controle larvária, como a eliminação mecânica de criadouros e tratamento com larvicida (Semanas Epidemiológicas 24 a 42). O início do aumento da proliferação dos vetores é adequado ao emprego de tecnológicas de controle como o uso de Estações Disseminadoras de Larvicidas e soltura de mosquitos com Wolbachia.

O padrão sazonal de epidemias se faz fundamental para o planejamento e execução das ações de bloqueio de transmissão vetorial, bem como para o atendimento clínico das pessoas infectadas com o agravo.

7.2 Coexistência entre as espécies *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*

A análise da série histórica entre 2010 e 2024 evidencia um processo dinâmico de coexistência e substituição entre as espécies *Aedes albopictus* e *Aedes aegypti* no município de Joinville. No início do período analisado, *Aedes albopictus* era amplamente predominante, com presença consolidada em praticamente todas as regiões monitoradas. No entanto, a partir de 2019, observa-se uma progressiva

redução de sua dominância, acompanhada pela ascensão de *Aedes aegypti*, culminando em uma alternância significativa de domínio vetorial ao longo do ano de 2020.

O ponto de inflexão ocorreu entre as semanas epidemiológicas 9 e 18 de 2020, quando se verificou, em um intervalo de aproximadamente dois meses, uma mudança acentuada na composição das populações vetoriais, com *Aedes aegypti* assumindo a dianteira em diversas regiões do município. Essa transição abrupta sugere uma combinação de fatores ambientais, operacionais e comportamentais como vetores dessa mudança.

A partir de 2022, os indicadores entomológicos revelaram tendência de estabilização, com *Aedes aegypti* consolidando-se como espécie dominante na maioria dos bairros urbanos. Mapas anuais e análises estatísticas demonstraram substituição quase completa em diversas localidades, com prevalência próxima a 100% da espécie *Aedes aegypti* em áreas anteriormente dominadas por *Aedes albopictus*.

Entre os fatores associados à velocidade dessa substituição, destacam-se as estratégias de controle vetorial adotadas pelo Sistema Único de Saúde (SUS), como o uso de inseticidas em Ultra Baixo Volume (UBV — fumacê) e o tratamento perifocal. Tais ações concentram-se prioritariamente no ambiente peridomiciliar, que é justamente o habitat preferencial de *Aedes albopictus* (Valle, 2021). Por outro lado, *Aedes aegypti* apresenta maior adaptação ao ambiente intradomiciliar, menos atingido por essas medidas (Valle, 2021). É observado que testes de resistência a inseticidas tem demonstrado que as populações da espécie *Aedes aegypti* tendem a desenvolver maior resistência a inseticidas do que o *Aedes albopictus*. Essa maior resistência está associada à sua maior exposição a programas de controle químico em áreas urbanas por ser considerada espécie principal espécie transmissora de arboviroses urbanas. Dessa forma, as ações de controle podem ter exercido um efeito assimétrico, favorecendo a expansão do *Aedes aegypti* (Ishak et al., 2015).

Outro elemento importante foi o impacto da pandemia de COVID-19. As medidas de isolamento social e a redução da atuação plena das equipes de vigilância, orientadas pelo Ministério da Saúde a limitar suas ações ao peridomicílio (Nota Informativa nº 8/2020-CGAR/DEIDT/SVS/MS), reduziram o alcance das inspeções em ambientes intradomiciliares, onde *Aedes aegypti* costuma se desenvolver. Essa limitação operacional pode ter contribuído para um desequilíbrio na dinâmica das

espécies, reduzindo a efetividade do controle sobre *Aedes aegypti* em um momento crítico de transição.

O contexto pandêmico pode ter induzido mudanças no comportamento da população impactando a coexistência entre as espécies, como a maior presença das pessoas em casa e possível aumento criadouros domiciliares. O aumento de criadouros pode ter sido potencializado com o aumento de quadros de ansiedade, depressão e transtornos como o TOC (Transtorno Obsessivo-Compulsivo)(Martins et al., 2022)

Fatores climáticos exercem influência significativa sobre a dinâmica das populações de mosquitos vetores. Em Joinville, observam-se impactos associados às mudanças climáticas, como o aumento sustentado das temperaturas médias, a redução da amplitude térmica, a diminuição da umidade relativa e o aumento da frequência de eventos de precipitação intensa e concentrada em curtos períodos. Essas alterações podem ter origem em fatores globais — como a emissão de gases de efeito estufa responsáveis pelo aquecimento global — ou em fatores locais, como a poluição atmosférica, a redução das áreas verdes, a impermeabilização do solo, e modificações nos corpos d'água e em suas áreas de entorno.

Nesse contexto, destaca-se a influência das condições térmicas sobre a distribuição e a dominância das espécies *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*. A primeira apresenta maior tolerância térmica, com temperatura ideal de persistência entre 26 °C e 29 °C, podendo suportar até 34–35 °C, o que favorece sua adaptação a ambientes mais secos, urbanizados e com baixa cobertura vegetal. Já o *Aedes albopictus* prefere temperaturas mais amenas, entre 22 °C e 27 °C, e possui menor tolerância a extremos térmicos, sendo mais adaptado a ambientes úmidos, sombreados e com vegetação densa (Brady et al., 2014). Além disso, *Aedes albopictus* tende a predominar em zonas de transição urbano-rural, enquanto *Aedes aegypti* é mais urbano-dependente, associando-se estreitamente ao ambiente doméstico e à densidade populacional humana.

Embora a presente análise não tenha como objetivo principal avaliar a correlação direta entre o clima e a dinâmica populacional das espécies, observou-se que, em 2015, ondas de calor seguidas por chuvas intensas podem ter favorecido o crescimento populacional de *Aedes albopictus* além do previsto pela tendência matemática estimada. Em contrapartida, no ano de 2020, uma estiagem afetou o município, o que pode ter conferido vantagem competitiva à espécie *Aedes aegypti*,

mais resiliente a períodos de menor disponibilidade hídrica. Ressalta-se que, em Joinville, o termo “estiagem” não corresponde à ausência total de chuvas, mas sim à redução dos volumes pluviométricos em relação à média histórica local.

No tocante à infraestrutura urbana, Joinville teve alterações nos prestadores de serviços de abastecimento de água potável, coleta e tratamento de esgotos, drenagem ou coleta de resíduos sólidos durante o período analisado. Houve expansão da rede de esgotamento sanitário no período e obra pontuais de drenagem urbana. Diferente do que é encontrado na literatura, o comportamento do gênero se manteve estável e ocorreu aumento da população da espécie *Aedes aegypti*, mesmo havendo melhorias da infraestrutura e manutenção dos serviços adequados de saneamento. É observado que o fenômeno ocorreu, mesmo em áreas onde todos os serviços de saneamento são classificados como universalizados (99% de cobertura de abastecimento de água, 90% de cobertura de rede e coleta de esgotos, 100% de cobertura de regular de Resíduos e 100% de cobertura de sistemas de drenagem pluvial).

A opção metodológica de utilizar população fixa do Censo 2022 para todos os anos de análise, embora possa subestimar levemente as incidências em anos recentes, garantiu comparabilidade temporal e evitou distorções por projeções populacionais, permitindo que as variações observadas refletissem efetivamente mudanças no número de casos.

Quanto à hipótese de influência por desmatamento ou expansão urbana, ela é considerada improvável no contexto de Joinville. A cidade está inserida no bioma da Mata Atlântica, onde há forte proteção legal à cobertura vegetal, incluindo a Lei da Mata Atlântica (Lei nº 11.428/2006) e o zoneamento da cota 40. Tais normativas impõem rígidas restrições à supressão de vegetação, mantendo relativamente estável a quantidade de áreas verdes, o que limita interferências antrópicas diretas sobre o habitat de *Aedes albopictus*.

Do ponto de vista ecológico e comportamental, *Aedes aegypti* apresenta maior resiliência em ambientes urbanos, necessitando de menos recursos hídricos e alimentares para sua sobrevivência (Brady et al., 2013). Outro mecanismo potencialmente envolvido é a “satirização reprodutiva”, processo em que o acasalamento entre espécies distintas resulta em fêmeas estéreis, reduzindo o sucesso reprodutivo de uma das espécies e favorecendo a dominância da outra (Tripet et al., 2011).

Por fim, destaca-se a influência das barreiras ecológicas presentes na área central de Joinville, como o Parque Morro do Boa Vista e o Parque Morro do Finder. Essas áreas de mata preservada atuam como fronteiras naturais ao deslocamento de vetores, podendo ter retardado a expansão de *Aedes aegypti* e contribuído para a manutenção temporária de *Aedes albopictus* em determinadas regiões. Estima-se que essas barreiras tenham postergado a transição da dominância vetorial em, pelo menos, um ano.

7.3 Correlação entre a dinâmica das coexistências entre as espécies *Aedes albopictus*, *Aedes aegypti* e a incidência de Dengue

A análise integrada dos dados entomológicos e epidemiológicos revelou que os primeiros surtos de dengue em Joinville coincidiram espacialmente com áreas onde a espécie *Aedes aegypti* passou a predominar, especialmente a partir de 2020. Esta coincidência geográfica sugere uma possível associação entre a consolidação territorial desse vetor e o aumento da incidência de casos autóctones de dengue.

Inicialmente, a análise de correlação entre o Índice de Larvas por Armadilha Inspeccionada (ILAI) e a incidência de dengue indicou associações fracas a moderadas. Utilizando dados brutos semanais, o coeficiente de Spearman entre o ILAI de *Aedes aegypti* e a incidência foi de $\rho = 0,20$, enquanto o domínio da espécie apresentou correlação de $\rho = 0,29$. Tais valores, embora estatisticamente significativos, apontam para uma relação de baixa magnitude.

O aumento expressivo na correlação entre ILAI de *Aedes aegypti* e incidência de dengue ($\rho = 0,78$ a $0,92$) após tratamento estatístico robusto (uso de medianas e exclusão de outliers) demonstra que, quando controlados ruídos amostrais e flutuações extremas, emerge uma relação mais nítida entre densidade vetorial e risco epidemiológico. Isto reforça o valor preditivo do ILAI como ferramenta de vigilância, desde que aplicadas técnicas adequadas de análise de dados.

Contudo, ao aplicar técnicas estatísticas mais robustas, como a agregação por mediana anual e a exclusão de outliers, observou-se um aumento expressivo nas correlações. O ILAI de *Aedes aegypti* passou a apresentar $\rho = 0,78$, enquanto o

domínio da espécie alcançou $p = 0,92$. Estes resultados reforçam a hipótese de que a abundância relativa de *Aedes aegypti* pode estar associada, de forma significativa, à dinâmica de transmissão da dengue, especialmente em cenários de ampla dominância vetorial.

Apesar dessas associações mais robustas, é fundamental reconhecer que a transmissão da dengue é um fenômeno multifatorial. Elementos como a introdução de novos sorotipos, a imunidade prévia da população, as condições climáticas e a efetividade da vigilância epidemiológica influenciam diretamente na incidência da doença. A simples abundância vetorial, isoladamente, não é determinante para a ocorrência de surtos, podendo coexistir com períodos de baixa transmissão, especialmente quando não há circulação ativa de sorotipos virais ou quando prevalece imunidade coletiva elevada.

Entretanto, é fundamental distinguir correlação de causalidade. A correlação estatística indica que duas variáveis se associam de forma consistente, mas não implica, por si só, que uma seja causa da outra. Embora as associações observadas sejam compatíveis com o modelo causal amplamente aceito, de que a presença de mosquitos vetores, especialmente *Aedes aegypti*, é condição necessária para a transmissão da dengue, elas não são suficientes para comprovar causalidade direta e exclusiva. A presença do vetor é imprescindível, mas não determina, isoladamente, a ocorrência de surtos.

Adicionalmente, elementos de natureza ecológica parecem exercer influência sobre a dinâmica da transmissão. As barreiras ecológicas localizadas na região central do município, como as áreas de preservação dos parques Morro do Finder e Morro do Boa Vista, possivelmente atuaram como zonas de contenção à dispersão de *Aedes aegypti*, retardando o avanço da espécie e, por consequência, da própria epidemia. Tal cenário pode ter contribuído para uma extensão temporal da transmissão, porém com redução na intensidade e amplitude dos picos epidêmicos, configurando um padrão de transmissão sustentada, porém moderada.

É igualmente relevante considerar limitações inerentes ao sistema de notificação de casos. Em conformidade com as diretrizes do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), os casos de dengue são registrados com base no endereço de residência do paciente, o que pode não refletir com exatidão o local efetivo de infecção, sobretudo em contextos urbanos com elevada mobilidade populacional. Infecções podem ocorrer em ambientes de trabalho, instituições de

ensino, espaços de lazer ou durante deslocamentos cotidianos, comprometendo a acurácia da análise espacial.

Outro fator crítico é o viés de notificação. A subnotificação é comum em municípios com baixa experiência prévia na detecção e manejo da doença, enquanto a supernotificação pode emergir durante períodos de alta transmissão, em que a capacidade laboratorial e os recursos humanos disponíveis para testagem se tornam insuficientes, levando à confirmação clínica presumida sem a devida validação laboratorial. Ambos os cenários impactam diretamente a confiabilidade dos dados epidemiológicos, devendo ser considerados na interpretação das correlações estatísticas.

Apesar da sensibilidade do ILAI para detectar variações na densidade larvária, é importante reconhecer que este indicador capta preferencialmente fêmeas em fase de oviposição, podendo subestimar populações estabelecidas em criadouros fixos ou de difícil acesso. Adicionalmente, a análise por bairro, embora operacionalmente prática, pode mascarar heterogeneidades internas significativas, especialmente em unidades territoriais extensas ou com grande variação socioambiental.

É crucial destacar que a interrupção no monitoramento contínuo, seja pela paralisação do uso do ILAI, pela troca do tipo de armadilha utilizada ou pela suspensão da identificação por espécie, representa um risco significativo para a saúde pública. A perda da série histórica compromete a análise de tendências, reduz a capacidade preditiva e enfraquece a vigilância entomológica. Alterações metodológicas abruptas dificultam a comparabilidade dos dados ao longo do tempo e podem mascarar mudanças reais na ecologia vetorial ou na eficácia das intervenções. Portanto, a padronização e continuidade das metodologias de coleta são fundamentais para a robustez da vigilância.

Com base na defasagem temporal identificada entre picos vetoriais e epidemiológicos, recomenda-se a implementação de sistema de alerta precoce que acione ações de controle quando o ILAI de *Aedes aegypti* atingir determinados limiares críticos, preferencialmente até a 8ª semana epidemiológica, para maximizar impacto na transmissão.

A comprovada sensibilidade da diferença percentual entre espécies para identificar áreas de transição sugere a incorporação deste indicador nos painéis de monitoramento municipal, com alertas específicos para bairros onde o *Aedes aegypti* ultrapasse 50% de dominância.

Recomenda-se, ainda, a aplicação de modelos multivariados que incorporem simultaneamente variáveis entomológicas, climáticas, virológicas e socioambientais. Modelos de regressão logística, séries temporais autoregressivas e algoritmos de aprendizado de máquina podem oferecer maior capacidade preditiva, contribuindo para a identificação precoce de áreas e períodos de risco elevado.

Adicionalmente, destaca-se a importância da comparação com outros municípios do estado de Santa Catarina, que enfrentam realidades semelhantes de expansão do *Aedes aegypti* e aumento da carga de dengue. Essa é uma realidade compartilhada por diversas cidades do estado, o que reforça a necessidade de análises intermunicipais que possibilitem identificar padrões comuns, avaliar a efetividade das diferentes estratégias de controle e fomentar a construção de respostas regionais articuladas. A comparação com municípios de características similares também pode servir como parâmetro para medir o impacto de intervenções específicas e aperfeiçoar os protocolos de vigilância e resposta.

Portanto, as correlações identificadas neste estudo devem ser compreendidas como indícios de uma associação relevante, contextualizada dentro de um modelo causal complexo. Elas têm valor preditivo e operacional, mas devem ser interpretadas com cautela e complementadas com análises multivariadas e comparações intermunicipais para uma compreensão mais ampla dos determinantes da transmissão da dengue no ambiente urbano.

7.4 O Índice ILAI como ferramenta de Vigilância Entomológica

A adoção do ILAI (Índice de Larvas por Armadilha Inspecionada) como indicador entomológico demonstrou ser eficaz na detecção de variações na densidade larvária, com a vantagem adicional de permitir a diferenciação por espécie — uma capacidade ausente em indicadores tradicionais como o Índice de Infestação Predial (IIP) e o Índice de Breteau (IB). A sensibilidade do ILAI foi evidenciada tanto nos mapas temáticos quanto nas curvas semanais de monitoramento, permitindo identificar regiões em processo de colonização vetorial e sugerir possíveis transições ecológicas entre espécies, particularmente entre *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*.

A análise da diferença percentual entre espécies mostrou-se uma ferramenta complementar valiosa, com potencial para indicar zonas de instabilidade ecológica e

maior vulnerabilidade para a ocorrência de surtos de dengue, sobretudo em contextos de mudança no padrão de predominância vetorial. Este tipo de análise pode ser fundamental para antecipar alterações no risco entomológico antes que elas se reflitam na incidência de casos.

Apesar da utilidade comprovada do ILAI no contexto deste estudo, é importante ressaltar que a análise entomológica não deve se restringir a apenas esse indicador. A limitação metodológica decorreu da disponibilidade de dados históricos consistentes e da qualidade das informações acessíveis. Ainda assim, recomenda-se a ampliação da abordagem com a incorporação de outros indicadores complementares, como o índice de armadilhas positivas por espécie (ou taxa de positividade específica), que fornece uma medida mais direta da presença vetorial, e o uso de mapas de densidade (como os mapas de Kernel) para análise espacial refinada.

Considerando que em Santa Catarina os dados necessários para a utilização do indicador ILAI por espécie e do percentual de larvas entre espécies são registrados em um único sistema (Vigilantes 3), é recomendado que seja adicionado o citado sistema a possibilidade de emissão relatórios desses indicadores, bem como a utilização dos indicadores em painéis de monitoramento online.

Adicionalmente, sugere-se a inclusão de unidade territorial baseado da unidade territorial pelas áreas de abrangência das Unidades Básicas de Saúde (UBS), uma vez a definição das mesmas se baseia em critérios voltados a saúde, com maior homogeneidade populacional e respeitando barreiras de logística. Deve ser mantida em paralelo a unidade territorial por bairro, porque tem dados que são registrados por essa unidade territorial e tem registros histórico. Não se esquecendo que a divisão por bairros possui heterogeneidade que podem impactar a sensibilidade de dados.

Do mesmo modo, para melhorar a precisão das análises epidemiológicas, é essencial que os dados de casos confirmados sejam georreferenciados a partir do endereço exato dos pacientes, possibilitando análises mais robustas como a utilização de mapas de calor de Kernell e análises estatísticas utilizando dados entomológicos e epidemiológicos geocodificados associados a dados populacionais por setores censitários do IBGE.

8. CONCLUSÕES

O estudo demonstrou um processo claro de substituição ecológica, com *Aedes aegypti* tornando-se espécie dominante a partir de 2019, coincidindo temporalmente com o surgimento das epidemias de dengue em Joinville. A análise revelou uma defasagem de 6 semanas entre o pico de densidade larvária (SE 10) e o pico de incidência (SE 16), compatível com o período extrínseco de incubação viral. Correlações robustas entre ILAI de *Aedes aegypti* e incidência de dengue ($\rho = 0,78-0,92$), obtidas após tratamento estatístico adequado, reforçam o valor preditivo do indicador.

Este estudo analisou a coexistência entre os mosquitos *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* e sua possível relação com a incidência de dengue no município de Joinville/SC, entre os anos de 2010 e 2024. Utilizou-se o Índice de Larvas por Armadilha Inspeccionada (ILAI) como principal ferramenta de vigilância entomológica, com diferencial metodológico por permitir a quantificação da densidade larvária com discriminação por espécie, a partir de dados históricos provenientes de armadilhas do tipo larvitampa.

Os resultados demonstraram um padrão sazonal consistente tanto para a presença vetorial quanto para a incidência de dengue, com picos concentrados entre o verão e o início do outono. A análise temporal revelou um processo de transição ecológica caracterizado pela retração progressiva de *Aedes albopictus* e a expansão territorial de *Aedes aegypti* a partir de 2019, com uma transição rápida de dominância concentrada em aproximadamente 2 meses no ano de 2020. Essa substituição vetorial espacial e temporal sustenta a hipótese de que a dominância de *Aedes aegypti* está associada a maior risco de transmissão viral.

O ILAI mostrou-se um indicador sensível, operacionalmente viável e superior aos índices clássicos (IIP e IB) ao permitir a diferenciação específica entre vetores. A análise da diferença percentual entre espécies revelou-se uma ferramenta adicional com potencial para identificar zonas de instabilidade ecológica e vulnerabilidade entomológica.

O estudo apresenta limitações inerentes ao uso do endereço de residência como referência epidemiológica, que pode não refletir o local real de infecção devido à mobilidade urbana. Adicionalmente, a análise por bairro pode mascarar heterogeneidades internas significativas. A ausência de monitoramento

entomoviológico impediu a confirmação da infecção viral por espécie vetorial, limitando inferências sobre competência vetorial específica.

Nesse contexto, recomenda-se:

- A continuidade e expansão do uso do ILAI com discriminação por espécie como ferramenta sensível de vigilância entomológica;
- A implementação de sistema de alerta precoce baseado em limiares críticos do ILAI de *Aedes aegypti*, com ações de controle preferencialmente até a 8ª semana epidemiológica;
- A incorporação da diferença percentual entre espécies como indicador complementar para identificação de áreas em transição ecológica;
- A adoção de indicadores complementares, como o índice de armadilhas positivas por espécie e análises espaciais de densidade (ex.: mapas de Kernel);
- A substituição da unidade territorial de análise dos bairros para as áreas de abrangência das Unidades Básicas de Saúde (UBS), favorecendo a integração com a atenção primária e maior precisão na alocação de recursos;
- O georreferenciamento dos casos confirmados com base no endereço exato dos pacientes para fortalecer a análise espaço-temporal;
- A incorporação de variáveis climáticas, socioambientais e virológicas em estudos futuros para melhor compreensão da complexidade envolvida na transmissão da dengue. Considerando os cenários atuais e futuros de mudanças climáticas, a inclusão de dados meteorológicos é essencial, pois alterações em temperatura e precipitação podem impactar diretamente o ciclo vetorial e os padrões sazonais de transmissão;
- A realização de estudos comparativos com outros municípios, especialmente aqueles que utilizam metodologias semelhantes de vigilância, a fim de identificar padrões regionais, avaliar a eficácia de estratégias locais e fortalecer o conhecimento sobre a dinâmica vetorial e epidemiológica em diferentes contextos urbanos. Joinville apresenta um modelo de vigilância passível de replicação, especialmente em municípios de médio e grande porte, o que reforça a importância do intercâmbio técnico-científico;
- A avaliação econômica das estratégias de monitoramento utilizadas, com análise de custo-benefício do uso das larvitampas e da vigilância com identificação específica por espécie, visando embasar decisões sobre ampliação ou manutenção da metodologia em larga escala.

Adicionalmente, destaca-se a importância de implementar vigilância entomoviológica integrada, com a coleta sistemática de mosquitos para identificação simultânea da espécie vetorial, presença de arbovírus e posição geográfica da coleta. Para isso, é essencial o uso de equipamentos específicos para a captura de mosquitos adultos, como aspiradores entomológicos e armadilhas de monitoramento, que permitem o envio de amostras viáveis para análise laboratorial. Essa abordagem tem potencial para antecipar surtos e qualificar a resposta de saúde pública, ao detectar a circulação viral diretamente nos vetores, mesmo antes da elevação nos casos clínicos. Além disso, esse modelo ganha importância diante da ameaça constante de reemergência ou introdução de outras arboviroses, como chikungunya, zika e febre amarela urbana.

A recente liberação de mosquitos com *Wolbachia* em Joinville representa uma intervenção promissora, mas que pode alterar a dinâmica ecológica entre as espécies. Recomenda-se monitoramento contínuo multiespécie e virológico para avaliar impactos epidemiológicos e ecológicos desta biotecnologia, particularmente quanto a possíveis deslocamentos competitivos que possam favorecer *Aedes albopictus*.

Cabe enfatizar que a descontinuidade do monitoramento representa um risco grave à vigilância entomológica. A perda de uma série histórica contínua compromete a capacidade analítica do sistema, inviabilizando a identificação de tendências, padrões sazonais e mudanças no comportamento vetorial ao longo do tempo. Manter a continuidade metodológica é, portanto, uma salvaguarda para a inteligência epidemiológica.

Outro ponto crítico diz respeito à eventual mudança no tipo de armadilha utilizada. Alterações na metodologia de captura podem gerar quebras de comparabilidade entre períodos distintos, comprometendo a interpretação de dados históricos e a confiabilidade das análises temporais. Para garantir a robustez da série, qualquer transição metodológica deve ser precedida de validação técnica, estudo comparativo e, idealmente, período de sobreposição entre métodos.

Por fim, a interrupção da identificação por espécie implica a perda de uma das principais vantagens do sistema atual: a capacidade de discriminar a dinâmica ecológica de vetores com diferentes potenciais de transmissão. A consolidação de dados genéricos sob o rótulo “*Aedes spp.*” oculta transformações ecológicas cruciais, como substituições vetoriais, flutuações populacionais específicas e adaptações ao meio urbano. Sem essa discriminação, perde-se a sensibilidade do sistema para

detectar mudanças que precedem surtos e para avaliar o impacto de intervenções como a liberação de mosquitos com Wolbachia.

No segundo semestre de 2024, Joinville iniciou a liberação de mosquitos com Wolbachia, uma biotecnologia que visa reduzir a competência vetorial do *Aedes aegypti*. Embora promissora, essa intervenção pode alterar a dinâmica ecológica entre as espécies, criando um cenário de vantagem competitiva para o *Aedes albopictus*, que até então apresentava retração populacional. Caso o *Aedes albopictus* passe a ocupar o nicho ecológico deixado pelo *Aedes aegypti*, existe a possibilidade de que se torne o principal vetor da dengue em determinadas regiões. Tal cenário reforça a necessidade de monitoramento contínuo, multiespécie e virológico para avaliar os impactos ecológicos e epidemiológicos da intervenção. O acompanhamento longitudinal desses efeitos deve ser prioridade nas agendas de pesquisa, a fim de garantir que os avanços tecnológicos estejam alinhados à vigilância de longo prazo.

As evidências obtidas sustentam a viabilidade do modelo de vigilância baseado em ILAI com discriminação por espécie, recomendando sua adoção por municípios de médio e grande porte que enfrentam desafios similares no controle de arboviroses urbanas.

REFERÊNCIAS

- BENELLI, Giovanni; WILKE, André B. B.; BEIER, John C. *Aedes albopictus* (Asian Tiger Mosquito). **Trends in Parasitology**, v. 36, n. 11, p. 942–943, nov. 2020.
- BRADY, Oliver J. *et al.* Modelling adult *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* survival at different temperatures in laboratory and field settings. **Parasites & Vectors**, v. 6, n. 1, p. 351, dez. 2013.
- BRASIL. **Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD)**. , 2002. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/svsa/dengue/pncd_2002.pdf/view>
- BRASIL. **Boletim Epidemiológico - Volume 55 - nº 05**. , 5 mar. 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/edicoes/2024/boletim-epidemiologico-volume-55-no-05/view>>. Acesso em: 29 maio. 2024
- CAVALCANTE, Karina Ribeiro Leite Jardim *et al.* Risco de reintrodução da febre amarela urbana no Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 26, n. 3, p. 617–620, jul. 2017.
- CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). **Transmission of Dengue Virus**. Site governamental. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/dengue/training/cme/ccm/page46974.html?title=Transmission>>. Acesso em: 7 ago. 2025.
- CHAGAS, Marcelle. **Enfrentando a dengue nas favelas e periferias**. Rio de Janeiro, RJ: L3 Soluções em tecnologia Ltda, 2023.
- DA SILVA E SILVA, Lucas Henrique *et al.* Description of the mitogenome and phylogeny of *Aedes* spp. (Diptera: Culicidae) from the Amazon region. **Acta Tropica**, v. 232, p. 106500, ago. 2022.
- DECHOUM, Michele De Sá; JUNQUEIRA, Andrea De Oliveira Ribeiro; ORSI, Mario Luis (ORGS.). **Relatório temático sobre espécies exóticas invasoras, biodiversidade e serviços ecossistêmicos**. 1. ed. São Carlos, SP, Brazil: Editora Cubo, 2024.
- EPIDEMIOLOGICA, Departamento De Vigilância. **Sistema De Informação De Agravos De Notificação - Sinan: Normas E Rotinas**. [S.l.]: Ms, 2007.
- FOCKS, Dana A. *et al.* A Simulation Model of the Epidemiology of Urban Dengue Fever: Literature Analysis, Model Development, Preliminary Validation, and Samples of Simulation Results. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 53, n. 5, p. 489–506, nov. 1995.
- GOMES, Almério De Castro. Medidas dos níveis de infestação urbana para *aedes* (*stegomyia*) *aegypti* e *aedes* (*stegomyia*) *albopictus* em Programa de Vigilância Entomológica. **Informe Epidemiológico do Sus**, v. 7, n. 3, p. 49–57, set. 1998.

GÓMEZ, Marcela *et al.* Aedes aegypti and Ae. albopictus microbiome/virome: new strategies for controlling arboviral transmission? **Parasites & Vectors**, v. 15, n. 1, p. 287, 9 ago. 2022.

GRIMM, Nancy B. *et al.* Global Change and the Ecology of Cities. **Science**, v. 319, n. 5864, p. 756–760, 8 fev. 2008.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **The insects: an outline of entomology**. Fifth edition ed. Chichester, West Sussex, UK ; Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc, 2014.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2022**. , [S.d.]. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/joinville/panorama>>. Acesso em: 6 maio. 2024

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2022: resultados preliminares**. [S.l.]: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2023. Disponível em: <<https://censo2022.ibge.gov.br/>>.

ISHAK, Intan H. *et al.* Contrasting patterns of insecticide resistance and knockdown resistance (kdr) in the dengue vectors Aedes aegypti and Aedes albopictus from Malaysia. **Parasites & Vectors**, v. 8, n. 1, p. 181, dez. 2015.

JOINVILLE. **PLANO MUNICIPAL DE SAÚDE 2018-2021**. , 2017a. Disponível em: <https://www.joinville.sc.gov.br/wp-content/uploads/2017/06/Plano-Municipal-de-Sa%C3%BAde-do-Munic%C3%ADpio-de-Joinville-2018-2021_v2.pdf>

JOINVILLE. **JOINVILLE BAIRRO A BAIRRO 2017**. , 2017b. Disponível em: <<https://www.joinville.sc.gov.br/wp-content/uploads/2017/01/Joinville-Bairro-a-Bairro-2017.pdf>>

JOINVILLE. **JOINVILLE - CIDADE EM DADOS 2022**. , 27 set. 2022. Disponível em: <<https://www.joinville.sc.gov.br/publicacoes/joinville-cidade-em-dados-2022/>>

JOINVILLE. **JOINVILLE - CIDADE EM DADOS 2024**. , 2024. Disponível em: <<https://www.joinville.sc.gov.br/wp-content/uploads/2024/12/Joinville-Cidade-em-Dados-2024-Ambiente-Natural.pdf>>

JOINVILLE. **CONSOLIDAÇÃO DO PMSB**. , 2025. Disponível em: <<https://www.joinville.sc.gov.br/public/portaladm/pdf/jornal/974a29515705cfda9230682ad1cbc94a.pdf>>

KRAEMER, Moritz U. G. *et al.* Past and future spread of the arbovirus vectors Aedes aegypti and Aedes albopictus. **Nature Microbiology**, v. 4, n. 5, p. 854–863, 4 mar. 2019.

LAPORTA, Gabriel Z. *et al.* Global Distribution of Aedes aegypti and Aedes albopictus in a Climate Change Scenario of Regional Rivalry. **Insects**, v. 14, n. 1, p. 49, 3 jan. 2023.

LETA, Samson *et al.* Global risk mapping for major diseases transmitted by Aedes aegypti and Aedes albopictus. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 67, p. 25–35, fev. 2018.

LIU, Zhuanzhuan *et al.* The effect of temperature on dengue virus transmission by Aedes mosquitoes. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v. 13, p. 1242173, 21 set. 2023.

LOPES, Nayara; NOZAWA, Carlos; LINHARES, Rosa Elisa Carvalho. Características gerais e epidemiologia dos arbovírus emergentes no Brasil. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 5, n. 3, ago. 2014.

MADEWELL, Zachary J. Arboviruses and Their Vectors. **Southern Medical Journal**, v. 113, n. 10, p. 520–523, out. 2020.

MAGALHÃES, Rodrigo Cesar da Silva. **A erradicação do aedes aegypti: febre amarela, Fred Soper e saúde públicas Américas (1918-1968)**. [S.l.]: Fiocruz Editora, 2016.

MARTINS, Gustavo Barbosa *et al.* O Transtorno Obsessivo Compulsivo sob a influência da pandemia do COVID-19: uma revisão de literatura: Obsessive Compulsive Disorder under the influence of the COVID-19 pandemic: a literature review. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 5, n. 6, p. 23555–23570, 1 dez. 2022.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria de Consolidação nº 4, de 28 de Setembro de 2017.

MORDECAI, Erin A. *et al.* Detecting the impact of temperature on transmission of Zika, dengue, and chikungunya using mechanistic models. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 11, n. 4, p. e0005568, 27 abr. 2017.

MUSTAFA, M. S. *et al.* Discovery of fifth serotype of dengue virus (DENV-5): A new public health dilemma in dengue control. **Medical Journal Armed Forces India**, v. 71, n. 1, p. 67–70, jan. 2015.

OGUNLADE, Samson T. *et al.* A Review: Aedes-Borne Arboviral Infections, Controls and Wolbachia-Based Strategies. **Vaccines**, v. 9, n. 1, p. 32, 8 jan. 2021.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Documento técnico para a implementação de intervenções baseado em cenários operacionais genéricos para o controle do Aedes aegypti**. , 2019. Disponível em: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/51653/9789275721100_por.pdf>

PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION. **Indicadores básicos para a saúde no Brasil: conceitos e aplicações**. 2ª edição ed. Brasília: Pan American Health Organization, 2008.

PATTERSON, Jessica; SAMMON, Maura; GARG, Manish. Dengue, Zika and Chikungunya: Emerging Arboviruses in the New World. **Western Journal of Emergency Medicine**, v. 17, n. 6, p. 671–679, 1 nov. 2016.

PEGOLO, Giovana Eliza. **A Pesquisa Científica Em Saúde: Concepção, Execução E Apresentação**. [S.l.]: Fundação Universidade Federal De Mato Grosso Do Sul, 2020.

PETERSON, A. Townsend *et al.* **Ecological Niches and Geographic Distributions (MPB-49)**. 1. ed. [S.l.]: Princeton University Press, 2011.

RICAS REZENDE, Helder *et al.* First report of Aedes albopictus infected by Dengue and Zika virus in a rural outbreak in Brazil. **PLOS ONE**, v. 15, n. 3, p. e0229847, 12 mar. 2020.

SÁNCHEZ-VARGAS, Irma *et al.* Demonstration of efficient vertical and venereal transmission of dengue virus type-2 in a genetically diverse laboratory strain of *Aedes aegypti*. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 12, n. 8, p. e0006754, 31 ago. 2018.

SANTA CATARINA. **Boletim Epidemiológico nº 32/2020 Vigilância entomológica do *Aedes aegypti* e situação epidemiológica de dengue, febre de chikungunya e zika vírus em Santa Catarina (Atualizado em 09/04/2021 – SE 53/2020)**. , 9 abr. 2021. Disponível em: <<https://dive.sc.gov.br/index.php/dengue>>. Acesso em: 29 maio. 2024

SANTA CATARINA. **VIGILÂNCIA E CONTROLE DO AEDES AEGYPTI ORIENTAÇÕES TÉCNICAS PARA PESSOAL DE CAMPO.** , 2022a. Disponível em: <<https://dive.sc.gov.br/phocadownload/doencas-agrivos/Dengue/Publicacoes/CONTROLE%20VETORIAL/OTPC-17-08-2022.pdf>>. Acesso em: 29 maio. 2024

SANTA CATARINA. **Boletim nº 34 de Dengue, Chikungunya e Zika com os dados do encerramento de 2021 (Atualizado em 22 de dezembro de 2022)**. , 9 dez. 2022b. Disponível em: <<https://dive.sc.gov.br/phocadownload/doencas-agrivos/Dengue/Boletins/Boletim-DengueCZ34-2021.pdf>>. Acesso em: 29 maio. 2024

SANTA CATARINA. **Informe Epidemiológico nº 32/2022 - Vigilância entomológica do *Aedes aegypti* e situação epidemiológica de Dengue, Chikungunya e Zika em Santa Catarina.** , 3 jul. 2023a. Disponível em: <<https://dive.sc.gov.br/phocadownload/doencas-agrivos/Dengue/Informes/Informe-DengueCZ32-2022-atualizado.pdf>>. Acesso em: 29 maio. 2024

SANTA CATARINA. **Informe Epidemiológico nº 39/2023 - Vigilância entomológica do *Aedes aegypti* e situação epidemiológica de Dengue, Chikungunya e Zika em Santa Catarina.** , 30 dez. 2023b. Disponível em: <<https://dive.sc.gov.br/phocadownload/doencas-agrivos/Dengue/Informes/Informe-DengueCZ39-2023-atualizado.pdf>>. Acesso em: 29 maio. 2024

SAÚDE, Ministério da. **Diretrizes para a Organização dos Serviços de Atenção à Saúde em Situação de Aumento de Casos ou de Epidemia por Arboviroses.** Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2022.

SAÚDE, Ministério da. **Plano de contingência para resposta às emergências em Saúde Pública por dengue, chikungunya e Zika.** Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2023.

SAÚDE, Secretaria de Vigilância em. **Levantamento rápido de índices para *Aedes Aegypti* (LIRAA) para vigilância entomológica do *Aedes Aegypti* no Brasil: metodologia para avaliação dos índices de breteau e predial e tipo de recipientes.** [S.l.]: Ms, 2012.

SILVA, Carlos Eduardo; LIMONGI, Jean Ezequiel. Avaliação comparativa da eficiência de armadilhas para a captura e coleta de *Aedes aegypti* em condições de campo. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 26, n. 3, p. 241–248, 23 ago. 2018.

SOUZA, Leonardo R. *et al.* Using amino acids co-occurrence matrices and explainability model to investigate patterns in dengue virus proteins. **BMC Bioinformatics**, v. 23, n. 1, p. 80, dez. 2022.

TEIXEIRA, Maria Da Glória *et al.* Seleção das doenças de notificação compulsória: critérios e recomendações para as três esferas de governo. **Informe Epidemiológico do Sus**, v. 7, n. 1, mar. 1998.

TEIXEIRA, Maurício Lima Barreto Maria da Glória; ZOURAIDE GUERRA. Epidemiology and preventive measures of Dengue. **Epidemiology and preventive measures of Dengue**, v. 8, n. 4, p. 25, 1999.

TOASSI, Ramona Fernanda Ceriotti. **Metodologia científica aplicada à área da saúde**. Porto Alegre, RS: Editora da UFRGS, 2020.

TOMASHEK, Kay M.; MARGOLIS, Harold S. Dengue: a potential transfusion-transmitted disease. **Transfusion**, v. 51, n. 8, p. 1654–1660, ago. 2011.

TRIPET, Frederic *et al.* Competitive Reduction by Satyrization? Evidence for Interspecific Mating in Nature and Asymmetric Reproductive Competition between Invasive Mosquito Vectors. **The American Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 85, n. 2, p. 265–270, 1 ago. 2011.

VALLE, Denise. **Aedes de A a Z**. Rio de Janeiro, RJ: Editora Fiocruz, 2021.

VALLE, Denise; AGUIAR, Raquel; PIMENTA, Denise. Lançando luz sobre a dengue. **Ciência e Cultura**, v. 67, n. 3, p. 4–5, set. 2015.

VALLE, Denise; PIMENTA, Denise Nacif; CUNHA, Rivaldo Venâncio da (ORGS.). **Dengue: teorias e práticas**. Rio de Janeiro, RJ: Editora FIOCRUZ, 2015.

VASCONCELOS, Pedro Fernando Da Costa *et al.* Epidemia de dengue em Ipupiara e Prado, Bahia. Inquérito soro-epidemiológico. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 33, n. 1, p. 61–67, fev. 2000.

WEGER-LUCARELLI, James *et al.* Taking a bite out of nutrition and arbovirus infection. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 12, n. 3, p. e0006247, 29 mar. 2018.

WESTBY, Katie M. *et al.* Aedes albopictus Populations and Larval Habitat Characteristics across the Landscape: Significant Differences Exist between Urban and Rural Land Use Types. **Insects**, v. 12, n. 3, p. 196, 25 fev. 2021.

WHO. **Global Arbovirus Initiative: preparing for the next pandemic by tackling mosquito-borne viruses with epidemic and pandemic potential**. [S.l.]: World Health Organization, 2024.

WHO, World Health. Ending the neglect to attain the sustainable development goals: a road map for neglected tropical diseases 2021–2030: overview. *In: Ending the neglect to attain the sustainable development goals: a road map for neglected tropical diseases 2021–2030: overview*. [S.l.: S.n.].

Termo de Autorização para Publicação de Teses e Dissertações

Na qualidade de titular dos direitos de autor da publicação, autorizo a Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE) a disponibilizar em ambiente digital institucional, Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/IBICT) e/ou outras bases de dados científicas, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o texto integral da obra abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data 06/02/2026.

1. Identificação do material bibliográfico: () Tese (x) Dissertação () Trabalho de Conclusão

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

Autor: Saulo Vicente Rocha

Orientador: Professora Dra. Therezinha Maria Novais de Oliveria

Data de Defesa: 05/12/2025

Título: COEXISTÊNCIA ENTRE OS MOSQUITOS AEDES AEGYPTI (LINNEAUS, 1762) e AEDES ALBOPICTUS (SKUSE, 1894) E SUA RELAÇÃO COM A INCIDÊNCIA DE DENGUE EM JOINVILLE/SC ENTRE OS ANOS DE 2007 E 2024.

Instituição de Defesa: UNIVILLE

3. Informação de acesso ao documento:

Pode ser liberado para publicação integral (x) Sim () Não

Havendo concordância com a publicação eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese, dissertação ou relatório técnico.

Joinville, 06 de fevereiro de 2026.

 Documento assinado digitalmente
SAULO VICENTE ROCHA
Data: 06/02/2026 16:18:11 -0300
verifique em <https://validar.br.gov.br>

Saulo Vicente Rocha
CPF 029.829.819-80