

Ivan Merêncio

**DETECÇÃO DE CONGLOMERADOS DE FOCOS DE *Aedes*
aegypti EM JOINVILLE ATRAVÉS DA ESTATÍSTICA DE
VARREDURA ESPAÇO-TEMPORAL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Antonio Oliveira Vieira

Florianópolis - SC
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária
da UFSC.

Merêncio, Ivan

Detecção de conglomerados de focos de *Aedes aegypti* em Joinville através da estatística de varredura espaço-temporal / Ivan Merêncio ; orientador, Carlos Antonio Oliveira Vieira, 2019. 128 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial, Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Engenharia de Transportes e Gestão Territorial. 2. *Aedes aegypti*. 3. Estatística Scan. 4. Cadastro Territorial Multifinalitário. I. Vieira, Carlos Antonio Oliveira. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial. III. Título.

Ivan Merêncio

DETECÇÃO DE CONGLOMERADOS DE FOCOS DE *Aedes aegypti* EM JOINVILLE ATRAVÉS DA ESTATÍSTICA DE VARREDURA ESPAÇO-TEMPORAL

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre em Engenharia de Transporte e Gestão Territorial”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transporte e Gestão Territorial

Florianópolis, 20 de maio de 2019.

Prof. Norberto Hochheim, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Carlos Antonio Oliveira Vieira, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Carlos Jose de Carvalho Pinto, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Everton da Silva, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Francisco Henrique de Oliveira, Dr.
Universidade do Estado de Santa Catarina

Dedico este trabalho aos meus queridos pais, José e Lenice, meu irmão André, e a Gecielli, minha companheira.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por todas as oportunidades proporcionadas e a saúde para que fosse possível a conclusão desta etapa.

Aos meus pais, José Francisco Merêncio e Lenice Genuino Merêncio, e ao meu irmão André Merêncio pelo carinho, esforços e incentivos que possibilitaram o aperfeiçoamento de minha vida pessoal e acadêmica. Saibam que minha dedicação para estudar foi em retribuição a tudo que fizeram por mim.

À minha amada Gecielli Martins Monteiro pelo amor, companhia e todas as alegrias compartilhadas; por apoiar e vivenciar este sonho comigo; pela compreensão e auxílio neste estudo, motivos pelos quais terá sempre a minha gratidão!

Aos meus sogros Gercino Monteiro e Ana Martins Monteiro por acreditarem no meu potencial e ao estímulo para a conclusão desta pesquisa.

Ao professor Dr. Carlos Antonio Oliveira Vieira, meu orientador, a quem agradeço pela disponibilidade de resposta aos questionamentos, paciência e conhecimento dedicado para realização desta pesquisa.

Aos participantes da banca examinadora por aceitarem o convite e se disporem a contribuir com seu conhecimento, experiência, críticas e recomendações nesta dissertação.

Aos Professores, colegas e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial (PPGTG) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) por todo conhecimento disponibilizado e discussões que possibilitaram o crescimento acadêmico.

Aos colaboradores da Empresa Caplan Topografia e Planejamentos LTDA. pelos momentos de aprendizado e liberação para que os compromissos acadêmicos fossem concretizados.

À Prefeitura Municipal de Joinville que disponibilizou os dados do cadastro territorial via *web* no Sistema de Informações Municipais Georreferenciadas (SIMGEO). E a Diretoria de Vigilância Epidemiológica de Santa Catarina (DIVE-SC) pelo fornecimento dos registros referentes ao *Aedes aegypti* na cidade. Ao idealizador do *software SATSCAN 9.6*, Martin Kulldorff, por conceder o programa gratuitamente na internet.

A todos que contribuíram direta e indiretamente para a conclusão deste estudo, jamais esquecerei das simples atitudes que facilitaram a realização deste sonho.

Muito obrigado!

“Importante não é ver o que ninguém nunca viu,
mas sim, pensar o que ninguém nunca pensou sobre
algo que todo mundo vê”.
(Arthur Schopenhauer)

RESUMO

A utilização da estatística espacial associada ao estudo de dados epidemiológicos humanos intensificou-se nas últimas duas décadas. Nesse sentido, esta dissertação aborda a estatística de varredura de Kulldorff (estatística *Scan*) para a detecção de conglomerados espaço-temporais de focos de *Aedes aegypti* na zona urbana de Joinville, Santa Catarina. O controle deste vetor é de grande preocupação para as cidades brasileiras, que tem dificuldades para conter a infestação, devido ao modo de sobrevivência do mosquito e os diversos fatores relacionados com a sociedade. O objetivo foi aplicar um modelo para identificação de aglomerados espaço-temporais significativos, definindo sua localização, dimensão e ordem. A sistematização da base de dados abrangeu os registros dos focos diários de *Ae. aegypti* de janeiro de 2009 a setembro de 2018, fornecidos pela Diretoria de Vigilância Epidemiológica de Santa Catarina; que foram georreferenciados com o auxílio do cadastro territorial do município. Para a execução da estatística considerou-se o modelo de probabilidade permutação espaço-temporal, apoiado na abordagem retrospectiva sem e com o uso das co-variáveis uso do solo e precipitação total mensal, e posteriormente na análise prospectiva. Como resultado da pesquisa se verificou a capacidade do procedimento para delimitação de *clusters* históricos e ativos, sendo que o modo retrospectivo identificou 26 agrupamentos, com o único ativo situado no bairro Boa Vista. Em 35,71% dessas detecções houve influência do uso do solo e em 51,85% dos casos da precipitação total mensal. Por sua vez, a análise prospectiva determinou 7 agrupamentos ativos, sendo a maioria concentrado na região do bairro Boa Vista e sua vizinhança, tornando essa área como prioritária de intervenção. O desenvolvimento do método demonstrou-se eficiente para o conhecimento de *clusters* históricos e, principalmente para a definição de surtos precoces. Isso caracteriza a estatística *Scan* como uma ferramenta importante e de baixo custo para orientar a vigilância ambiental nas atividades de controle do inseto.

Palavras-chave: Estatística *Scan*. Análises Prospectiva e Retrospectiva. Cadastro Territorial Multifinalitário.

ABSTRACT

The use of epidemiological data associated with the epidemiological study of humans has intensified in the last two decades. In this sense, this dissertation addresses a Kulldorff scan statistic for the detection of spatio-temporal clusters of *Aedes aegypti* outbreaks in the urban area of Joinville, Santa Catarina. The control this is a large interest for the brasilianities, which did contain strata to infestation, due to the survival of mosquipients and dangerous factors with association. What was applied to the identification of functions clustered by spatio-temporal, defining its location, size and order. The systematization of the database covers the records of the outbreaks *Ae. aegypti* from January 2009 to September 2018, led by the Office of Epidemiological Surveillance of Santa Catarina; which were georeferenced with the help of the territorial cadastre of the municipality. For the statistical analysis, the temporal-material permeability model was used, based on the retrospective analysis, using the co-variables of soil use and total monthly aggregation, and future prospective data. As a result of the research, there was a procedural capacity for the delimitation of historical and active groups, and the retrospective mode identified 26 clusters, with the only asset located in the Boa Vista neighborhood. In 35.71% of the detections there was influence of soil use and in 51.85% of the cases of total monthly precipitation. On the other hand, a prospective analysis determined 7 active groups, being a greater part of the neighborhood region. The development of the method was efficient for the knowledge of historical clusters and, mainly to definition early outbreaks. This is important as an important and inexpensive tool to guide the environmental activities of insect control.

Keywords: Scan Statistics. Prospective and Retrospective Analyzes. Multipurpose Cadastre.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fase adulta do <i>Ae. aegypti</i>	31
Figura 2 - Trecho da carta cadastral de Joinville – SC atualizada em 2010.	38
Figura 3 - Simulação da varredura espacial da estatística <i>scan</i>	41
Figura 4 - Esquema de funcionamento da varredura espaço-temporal.	42
Figura 5 - Mapa de localização de Joinville - SC.	46
Figura 6 - Fluxograma com as etapas de desenvolvimento do método.	49
Figura 7 - Base cartográfica com os focos de <i>Ae. aegypti</i> georreferenciados.	51
Figura 8 - base descritiva de focos de <i>Ae. aegypti</i> finalizada.	54
Figura 9 - Aba inicial do <i>SATSCAN</i> 9.6.	99
Figura 10 - Relacionamento da base descritiva com o programa <i>SATSCAN</i> 9.6.	100
Figura 11 - Aba de entrada de dados finalizada no <i>SATSCAN</i> 9.6.	101
Figura 12 - Configuração dos parâmetros estatísticos na aba <i>analysis</i>	101
Figura 13 - Delimitação do raio de varredura na guia <i>spatial window</i>	102
Figura 14 - Delimitação da componente temporal na guia <i>temporal</i> <i>window</i>	103
Figura 15 - Definições para exportação dos resultados da estatística.	103
Figura 16 - Resultados da estatística <i>scan</i> obtidos no <i>SATSCAN</i> 9.6..	104
Figura 17 - Notícia do aumento da infestação de <i>Ae. aegypti</i> em SC em 10 de setembro de 2018.	125
Figura 18 - Notícia do aumento da infestação de <i>Ae. aegypti</i> em Joinville em 13 de fevereiro de 2018.	126
Figura 19 - Notícia da situação agravante do <i>Ae. aegypti</i> em Joinville em 15 de fevereiro de 2019.	127

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Climograma das estações meteorológicas da Univille e Defesa Civil de Joinville em 2014.....	47
Gráfico 2 - Precipitação mensal média de Joinville de 2006 a 2017 baseada nas estações da Joinville (RVPSC) e Univille.	53
Gráfico 3 - Distribuição semestral dos focos de <i>Ae. aegypti</i> em Joinville - SC de abril de 2009 a setembro de 2018.	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Índice de Infestação por <i>Ae. aegypti</i> por imóvel de 2002 a 2003 em Campo Grande no Rio de Janeiro.	33
Tabela 2 - Exemplo de atributos descritivos dos focos de <i>Ae. aegypti</i> em 2016 oriundos da base descritiva da DIVE-SC.	48
Tabela 3 - Classificação da co-variável uso do solo em categorias.	52
Tabela 4 - Classificação da co-variável precipitação total mensal em categorias.	53
Tabela 5 - Número de focos mensais de <i>Ae. aegypti</i> entre janeiro de 2009 e setembro de 2018 em Joinville – SC.	57
Tabela 6 - Relação entre a quantidade de focos de <i>Ae. aegypti</i> e a precipitação total mensal de janeiro de 2009 a setembro de 2018 em Joinville - SC.	59
Tabela 7 - Número de lotes com focos positivos de <i>Ae. aegypti</i> entre janeiro de 2009 a setembro de 2018 em Joinville - SC.	60
Tabela 8 - Categorização de focos de <i>Ae. aegypti</i> de janeiro de 2009 a setembro de 2018 por classe de uso do solo em Joinville - SC.	61
Tabela 9 - Aglomerados dos focos de <i>Ae. aegypti</i> detectados em Joinville-SC no período de janeiro de 2009 a setembro de 2018 pela análise retrospectiva sem co-variáveis.	62
Tabela 10 - Número de <i>clusters</i> detectados por bairro entre janeiro de 2009 a setembro de 2018 em Joinville-SC pela análise retrospectiva sem co-variáveis.	64
Tabela 11 - Aglomerados dos focos de <i>Ae. aegypti</i> detectados em Joinville-SC no período de janeiro de 2009 a setembro de 2018 pela análise retrospectiva considerando a co-variável uso do solo.	66
Tabela 12 - Comparação dos conglomerados detectados na análise retrospectiva sem e com a utilização da co-variável uso do solo.	68
Tabela 13 - Aglomerados dos focos de <i>Ae. aegypti</i> detectados em Joinville-SC no período de janeiro de 2009 a setembro de 2018 pela análise retrospectiva com a co-variável precipitação total mensal.	70
Tabela 14 - Comparação dos conglomerados detectados na análise retrospectiva sem e com a utilização da co-variável precipitação total mensal.	71
Tabela 15 - Aglomerados ativos dos focos de <i>Ae. aegypti</i> detectados em Joinville-SC no período de janeiro de 2009 a setembro de 2018 pela análise prospectiva sem co-variáveis.	72
Tabela 16 - Comparação entre os resultados das análises retrospectiva e prospectiva.	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas
CTM – Cadastro Territorial Multifinalitário
DIVE-SC – Diretoria de Vigilância Epidemiológica de Santa Catarina
EUA – Estados Unidos da América
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MAG – Modelos Aditivos Generalizados
MBD – Mapeamento Bayesiano de Doenças
MG – Minas Gerais
OPAS – Organização Pan-Americana da Saúde
PIACD – Plano de Intensificação das Ações de Controle da Dengue
PIB – Produto Interno Bruto
PIE – Período de Incubação Extrínseco
PNCD – Programa Nacional de Controle da Dengue
PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos
PPGTG – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial
PSF – Programa de Saúde da Família
RI – Registro de Imóveis
RVG – Razão de Verossimilhança Generalizada de Poisson
SC – Santa Catarina
SICART – Sistema de Cadastro e Registro Territorial
SIG – Sistema de Informação Geográfica
SIMGEO – Sistema de Informações Municipais Georreferenciadas
SIT – Sistema de Informações Territoriais
SP – São Paulo
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
ZIKV – Zika Vírus

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	25
1.1	HIPÓTESE	27
1.2	OBJETIVOS	27
1.3	JUSTIFICATIVA	27
1.4	LIMITAÇÕES DA PESQUISA	29
1.5	ESTRUTURA GERAL DO DOCUMENTO	29
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	31
2.1	<i>Aedes aegypti</i>	31
2.1.1	Aspectos biológicos e ecológicos do <i>Ae. aegypti</i>	31
2.1.2	Importância epidemiológica	34
2.1.3	Medidas de Controle	35
2.2	USO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG) NA SAÚDE PÚBLICA	36
2.3	CADASTRO TERRITORIAL MULTIFINALITÁRIO (CTM) 37	
2.4	ESTATÍSTICA DE VARREDURA DE KULLDORFF (ESTATÍSTICA <i>SCAN</i>)	39
2.4.1	Modelo de Permutação Espaço-Temporal	42
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	45
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	45
3.2	BASE DE DADOS	47
3.3	MÉTODO	48
3.3.1	Sistematização de Dados	50
3.3.2	Definição do Modelo Probabilístico	51
3.3.3	Definição das Co-variáveis	52
3.3.4	Aplicação da Estatística <i>Scan</i>	54
4	RESULTADOS E ANÁLISES	57
4.1	RESULTADOS	57
4.1.1	Análise descritiva dos focos de <i>Ae. aegypti</i> em Joinville de janeiro de 2009 a setembro de 2018	57

4.1.2	Detecção de conglomerados.....	61
4.1.2.1	Análise retrospectiva sem uso de co-variáveis.....	61
4.1.2.2	Análise retrospectiva considerando a co-variável uso do solo 65	
4.1.2.3	Análise retrospectiva considerando a co-variável precipitação total mensal.....	69
4.1.2.4	Análise prospectiva sem co-variáveis	72
4.1.2.5	Comparação entre a análise retrospectiva e a prospectiva	74
4.2	ANÁLISES.....	75
5	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	79
	REFERÊNCIAS.....	81
	APÊNDICE A – Procedimentos no SATSCAN 9.6.....	99
	APÊNDICE B –Mapa da distribuição de focos de <i>Ae. aegypti</i>.....	105
	APÊNDICE C – Carta dos aglomerados de <i>Ae. aegypti</i> detectados pela análise retrospectiva em Joinville-SC no período de janeiro de 2009 a setembro de 2018	109
	APÊNDICE D – Carta dos aglomerados de <i>Ae. aegypti</i> detectados pela análise retrospectiva considerando a co-variável uso do solo em Joinville-SC no período de Janeiro de 2009 a Setembro de 2018 .	113
	APÊNDICE E – Carta dos aglomerados de <i>Ae. aegypti</i> detectados pela análise retrospectiva considerando a co-variável precipitação total mensal em Joinville-SC no período de Janeiro de 2009 a Setembro de 2018.....	117
	APÊNDICE F – Carta dos aglomerados ativos de <i>Ae. aegypti</i> detectados pela análise prospectiva em Joinville-SC no período de Janeiro de 2009 a Setembro de 2018.....	121
	ANEXO A – Reportagens sobre o <i>Ae. aegypti</i>.....	125

1 INTRODUÇÃO

As primeiras ações destinadas à prevenção e ao combate do *Aedes aegypti* no Brasil foram realizadas em 1942. Nessa época, a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) organizou um programa de controle vetorial voltado para eliminação dos focos de febre amarela urbana. Assim, entre 1958 e 1965, o Brasil e mais dezessete países da América Latina receberam o certificado de erradicação do *Ae. aegypti* e a transmissão de dengue foi interrompida, porém o plano foi extinto em meados de 1970 e, conseqüentemente, a reintrodução do mosquito no país ocorreu em 1976 (DICK et al., 2012).

Na atualidade, as ações do Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD) são de responsabilidade das secretarias municipais de saúde e com o apoio das secretarias de saúde dos estados. O Ministério da Saúde preconiza o monitoramento dos indicadores epidemiológicos, entomológicos e operacionais da dengue, com maior intensidade no intervalo de outubro a maio, devido à sazonalidade na propagação da doença (FIGUEIRÓ et al., 2010). Nesse sentido, a vigilância entomológica é uma grande aliada para o conhecimento dos riscos potenciais que a população humana sofre à exposição de espécies transmissoras de patógenos (CARDOSO et al., 2010).

De maneira geral, nota-se a preocupação dos países em desenvolvimento para conter as populações de insetos vetores, embora nas duas últimas décadas tenha ocorrido o aumento da incidência de *arboviroses*, *protozooses* e *helmintoses*, principalmente nos países tropicais e subtropicais (OPAS, 2010). Das quais, o *Ae. aegypti* é o principal transmissor de: dengue, chikungunya, zika e febre amarela urbana (KRAEMER et al., 2015). O Brasil detém elevado número de casos de dengue e é um dos países com a maior taxa no mundo. No período de 1990 a 2016, foram identificados mais de 12 milhões de infectados pela doença no país, com aproximadamente 1,5 milhões somente no ano de 2016 (BRASIL, 2017a).

Em 2010 houve a constatação das primeiras ocorrências de chikungunya em território brasileiro, que foram importadas da Indonésia (CHAVES et al., 2012). Ao passo que em 2016 o número elevou-se para 277.882 registros (BRASIL, 2017b).

A zika é a enfermidade mais recente no Brasil, com as primeiras notificações observadas em 2015 no estado do Rio Grande do Norte (ZANLUCA et al., 2015). Em 2016 esse índice passou para 216.207 de acometidos (BRASIL, 2017b).

Em Santa Catarina (SC) a quantidade de casos autóctones dessas *arboviroses* é baixa (SANTA CATARINA, 2017a). Ainda assim, a contagem de focos do mosquito indica a sua elevada proliferação no espaço urbano, resultando assim no aumento do número de cidades consideradas infestadas, categoria esta em que se encontra o município de Joinville (SANTA CATARINA, 2017b). A situação demanda atenção da sociedade, já que um surto epidêmico poderia gerar grandes prejuízos.

Em função da dificuldade de se conter o avanço da infestação, diversos estudos têm sido realizados na tentativa de inserir novas tecnologias e métodos para que a redução dos números do inseto seja bem-sucedida. Nesse cenário, pode-se salientar a estatística *scan* (ou de varredura), que visa avaliar estatisticamente o objeto de estudo no espaço geográfico para apoiar o processo de tomada de decisão e assim evitar uma possível epidemia. Há também fatores que fazem com que as secretarias de vigilância priorizem o monitoramento e prevenção de alguns locais em detrimento de outros. Nesse sentido a técnica de detecção e hierarquização de *clusters* demonstra-se como um recurso importante para identificação das áreas que demandam maior atenção (ARAÚJO, 2012).

Além do mais, o mosquito está fortemente relacionado à zona urbana dos municípios, fato que aponta a importância do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) como instrumento de apoio para contenção da proliferação do inseto, visto que o CTM possui dados essenciais para os planejamentos que envolvem a gestão do território, engloba conhecimentos sobre o parcelamento e uso do solo, áreas de expansão e preservação, serviços oferecidos à população, dados econômicos, sociais e ambientais que podem subsidiar diversas informações ao planejamento territorial, ampliar a arrecadação e gerar novas receitas (PESSOA et al., 2019).

Considerando a situação atual da infestação na cidade de Joinville, propôs-se a utilização da série de dados de focos de *Ae. aegypti* no período de janeiro de 2009 a setembro de 2018 na área urbana do município, fornecida pela Diretoria de Vigilância Epidemiológica de Santa Catarina (DIVE-SC) da Secretaria Estadual de Saúde de Santa Catarina, associada aos dados do CTM, disponibilizados no Sistema de Informações Municipais Georreferenciadas (SIMGEO) da Prefeitura de Joinville. Esse conjunto de dados possibilitou a aplicação da Estatística de Varredura (Estatística *Scan*) apresentado por Kulldoff et al. (2005) para o estudo da evolução espaço-temporal do *Ae. aegypti* no perímetro urbano de Joinville no intervalo analisado.

Desse modo, a detecção e hierarquização de *clusters* espaço-temporais significativos, o conhecimento das co-variáveis que explicam esses agrupamentos e a representação dos resultados através de tabelas e cartas, demonstrou-se útil para a identificação de locais prioritários de intervenção, ou seja, é uma ferramenta vantajosa para auxiliar o planejamento e execução de ações sanitárias de acordo com as características locais, aumentando a eficiência de combate ao inseto.

1.1 HIPÓTESE

Os focos de *Ae. aegypti* em Joinville apresentam conglomerados espaço-temporais significativos de diversos tamanhos e ocorrência explicados por co-variáveis.

Assim, definiram-se alguns questionamentos:

- a) Os focos do transmissor ocorrem na cidade de forma espaço-temporal aleatória?
- b) Na confirmação do conglomerado, qual seu tamanho, localização e ordem?
- c) As co-variáveis uso do solo e precipitação total mensal influenciam no aparecimento de conglomerados do transmissor?

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral desta dissertação foi aplicar um modelo espaço-temporal de Kulldorff et al. (2005) para identificação dos conglomerados de *Ae. aegypti* em Joinville, verificar se estes são significativos estatisticamente e hierarquizá-los.

Como objetivos específicos, pode-se citar:

- a) Produzir cartas com os conglomerados hierarquizados.
- b) Analisar a influência das co-variáveis uso do solo e precipitação total mensal na detecção dos conglomerados do vetor na análise retrospectiva.
- c) Avaliar o potencial do cadastro territorial multifinalitário como ferramenta auxiliar no controle da infestação.

1.3 JUSTIFICATIVA

O cenário epidemiológico brasileiro caracteriza-se pela associação de dengue, chikungunya e Zika ao mosquito *Ae. aegypti* (HONÓRIO et al., 2015; GAUTRET; SIMON, 2016).

A pesquisa de Zara (2016) considerou os valores disponibilizados para o controle de dengue entre 2013 e 2014 no Brasil, e presumiu que os gastos foram de US\$1,2 bilhões, distribuídos em 23% a custos federais e 77% municipais.

Já o estudo de Teich et al. (2017) estimou que o impacto direto e indireto de dengue, chikungunya e Zika na economia do país em 2016 foi de R\$ 2,3 bilhões. Dos quais 65% corresponderam a despesas de controle ao inseto, 16% a custos médicos diretos e 19% a gastos indiretos. Em SC os valores apresentados foram de R\$ 27.848.167,00, sendo que o montante disponibilizado para o combate da infestação foi de R\$ 25.713.327,00.

Ainda que a maior parte dos gastos seja voltada a medidas de prevenção, a quantidade de focos de *Ae. aegypti* apresentada pela DIVE-SC para o período de 2009 a 2018 indica um agravante para a saúde pública catarinense, pois houve aumento do número de cidades com a presença do vetor e a ampliação naquelas que já possuíam focos identificados (SANTA CATARINA, 2018a).

No ano de 2015 houve a confirmação de 3.276 casos de dengue no estado, sendo 91% autóctones. Neste ano a situação foi a mais crítica para a cidade de Joinville que contribuiu para a estatística com 10 ocorrências (SANTA CATARINA, 2016).

Ao analisar os dados de SC do intervalo de 31 de dezembro de 2017 a 29 de dezembro de 2018, constatou-se um aumento de 37,4% no índice de infestação do vetor em relação ao ano anterior, já que foram identificados 15.886 focos em 2018 e 11.566 focos para o mesmo período de 2017 (SANTA CATARINA, 2018a).

Em Joinville os números apresentados para este intervalo foram de 807 criadouros de *Ae. aegypti* (SANTA CATARINA, 2018b). Ou seja, é o ano com a maior quantidade de focos encontrada na cidade desde o início do monitoramento pela vigilância ambiental municipal. Outro fato é que a taxa de ocorrência vem crescendo no decorrer dos anos. As estatísticas disponibilizadas pela DIVE-SC classificam o município como infestado pelo *Ae. aegypti* desde 2015. No Anexo A são apresentadas algumas reportagens que ratificam a situação crítica do estado e do município.

Além disso, os desafios enfrentados pela administração das cidades brasileiras, como a fragilidade na governança pública, a falta de continuidade administrativa e a escassez de recursos e pessoas são agravantes desta situação (ANDION, 2009). Então, a falta de profissionais para atender a demanda dos municípios é um entrave e, quando ocorre, dificulta o controle da infestação.

Diante desse contexto, com prejuízos econômicos substanciais para a cidade, com uma carga social que é de difícil mensuração, verificasse a necessidade da adoção de novas tecnologias para o controle desse vetor e estratégias para a prevenção das *arboviroses* transmitidas por ele, para evitar a ocorrência de novos surtos dessas doenças.

Este estudo enquadra-se nesse aspecto, já que propõe a aplicação da Estatística de Varredura de Kulldorff et al. (2005) para o estudo da infestação do *Ae. aegypti* em Joinville, ou seja, a utilização de um método inovador para compreender a dinâmica do vetor e otimizar as atividades de controle do mosquito por parte do município.

1.4 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Os dados sobre os focos do *Ae. aegypti* solicitados a DIVE-SC são sigilosos e buscam manter a privacidade dos proprietários de imóveis afetados. Esse cenário impossibilitou a apresentação dos resultados em níveis locais, por isso as análises abrangeram os bairros de Joinville de modo geral. A aplicação prática do método pelo poder público não tem essa restrição, permitindo a obtenção de informações mais específicas.

Além disso, os registros do vetor são coletados por agentes sanitários, sendo assim estão sujeitos a falhas ou descuidos da atividade humana, a qual pode não ter identificado todos os focos da área. Contudo, após a organização da base descritiva e adequação de algumas inconsistências, os dados foram considerados fidedignos para realização da pesquisa.

1.5 ESTRUTURA GERAL DO DOCUMENTO

Esta dissertação está organizada em cinco capítulos. O primeiro apresenta a introdução, com a contextualização do tema, hipótese, objetivos, justificativa da pesquisa, limitações da pesquisa e sua estruturação.

O segundo capítulo trata da revisão bibliográfica sobre o tema do trabalho. Para tal, traz os conceitos entomológicos e epidemiológicos relacionados ao mosquito *Ae. aegypti*, as definições do Sistema de Informação Geográfica (SIG), CTM e sobre a estatística *Scan*.

O terceiro capítulo aborda os procedimentos metodológicos. Nesse, ocorre a caracterização da área de estudo em Joinville - SC, a descrição das séries de dados e suas fontes, materiais e *softwares* utilizados; e as configurações e etapas para a aplicação da estatística de varredura.

Após isso, apresenta-se a análise dos resultados obtidos, na qual o estudo espaço-temporal da infestação apoiou-se no método retrospectivo dos focos do inseto, sua associação com as co-variáveis e no modo prospectivo somente com a variável resposta.

Por fim, são apresentadas as conclusões deste estudo, suas limitações e as recomendações para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 *Aedes aegypti*

2.1.1 Aspectos biológicos e ecológicos do *Ae. aegypti*

O *Ae. aegypti* é um díptero que pertence à família Culicidae, originário da Etiópia na África, e se dispersou para outros locais onde o clima favoreceu a sua proliferação (FORATTINI, 1965; JANSEN; BEEBE, 2010). Está localizado normalmente em regiões tropicais e subtropicais do planeta terra (BROWN et al., 2013).

Este inseto é holometabólico, pois apresenta ciclo biológico com desenvolvimento completo com as fases de: ovo, larva, pupa e adulta (SANTA CATARINA, 2015). O ciclo de vida do adulto não é longo, estimado entre 30 a 35 dias nos trópicos (LOPES, 2015). A fase adulta mede menos de um centímetro, tem coloração café ou preta e caracteriza pela presença de listras brancas no corpo e nas patas (Figura 1) (BRASIL, 2001).

Figura 1 - Fase adulta do *Ae. aegypti*.



Fonte: Fundação Oswaldo Cruz (2016).

Somente a fêmea apresenta hábito alimentar hematófago, portanto, seu aparelho bucal é alongado, do tipo picador sugador, propício a esse tipo de alimentação. Por sua vez, os machos possuem aparelho sinfonador

sugador, favorecendo que sua refeição seja composta de néctar e seiva oriundos das plantas (FORATTINI, 2002; MATILDE, 2013).

O repasto sanguíneo é necessário à maturação dos ovos, cuja oviposição é realizada após a digestão (CLEMENTS, 1999). O número de ovos por postura depende da quantidade de sangue ingerido para o desenvolvimento ovariano, o repasto completo necessita de 3,0 a 3,5 mg de sangue. A média de produção por fêmea é de aproximadamente 120 ovos, como os recipientes encontrados possuem quantidade superior a essa capacidade, subentende-se que os mesmos são visitados por várias delas (REITER, 1996).

Esta espécie está adaptada ao ambiente urbano, no qual faz uso de diversos criadouros com água parada para o desenvolvimento de suas formas imaturas, como: tanques, tonéis, caixas d'água, garrafas, pneus, vasos e entre outros (VALLE et al., 2015).

Em condições ambientais favoráveis, os ovos se desenvolvem nas paredes internas dos recipientes e após a imersão em água acontece a eclosão. Quando há circunstâncias adversas, como temperaturas baixas, ocorre a diapausa, cujo estado de repouso pode se prolongar por seis meses ou até que haja disponibilidade de água e situação ambiental adequada (LACOUR et al., 2014). Ainda pode suceder a dispersão passiva desses ovos em quiescência através do transporte de criadouros para outros locais (RAMASAMY et al., 2011).

O repasto sanguíneo é realizado preferencialmente na espécie humana, confirmando uma relação antropofílica (MURRAY et al., 2013). Após a maturação e fecundação dos ovos, as fêmeas procuram áreas adequadas para a postura, como objetos sombreados com água parada e pouca matéria orgânica. Contudo, há registro de oviposição em locais impróprios, como por exemplo, água poluída ou com alto índice de matéria orgânica, o que seria inadequado para viabilidade dos ovos e desenvolvimento das larvas, indicando que o inseto está se adaptando a locais insalubres (HERRERA-BASTO et al., 1992; BESERRA et al., 2010).

O estudo de Beserra et al. (2009) demonstrou que há uma relação inversa entre tempo de desenvolvimento e temperatura, na qual os menores períodos de duração das fases de ovo, larva e pupa ocorreram com a elevação da temperatura, com o intervalo ótimo de desenvolvimento entre 22°C e 32°C. Em relação a longevidade dos adultos e fecundidade das fêmeas, o estudo de Marinho (2013) constatou que diminuiu consideravelmente nos extremos térmicos de 16°C e 36°C.

O índice de ocorrência do vetor apresenta sazonalidade em condições naturais, uma vez que as maiores densidades são identificadas

no verão (RIBEIRO et al., 2015). Isso está associado com o aumento da pluviosidade, temperatura, resistência a dissecação e diminuição do período de incubação extrínseco (PIE) devido as temperaturas elevadas (REZENDE et al., 2008). Pode-se complementar ainda que o padrão de crescimento varia para as regiões do Brasil, ao passo que o mais representativo é durante o verão, com chuvas intensas e elevadas temperaturas (AJUZ; VESTENA, 2014).

A capacidade de voo do vetor é limitada e a fêmea dificilmente se distancia da quadra onde iniciou a postura de ovos. Isso indica que a expansão da espécie para longas distâncias só ocorre através do transporte passivo, como ônibus, automóveis, entre outros (EDMAN et al., 1998). A capacidade de voo da fêmea é superior à dos machos (SOARES, 2015).

O estudo de Freitas e Oliveira (2009) com a soltura e captura dos insetos em um local com poucas barreiras na cidade do Rio de Janeiro, indicou que a dispersão média das fêmeas foi de, aproximadamente, 288 metros a partir do ponto de soltura, sendo o deslocamento máximo de 690 metros e também que em 90% dos casos a distância foi de até 500,2 metros. Para Reiter et al. (1995 apud MENDES, 2016) em situações extremas uma fêmea pode deslocar-se até 3 quilômetros em busca de local adequado para a postura. Essa variação de dispersão acontece devido a disponibilidade de criadouros, oportunidade de repasto sanguíneo e condições climáticas (MEDEIROS et al., 2011).

Silva et al. (2006) em sua pesquisa realizada nos anos de 2002 e 2003 no bairro de Campo Grande no Rio de Janeiro apontou que a incidência alterna conforme o uso do solo (Tabela 1). Verifica-se nessa a predisposição em ordem decrescente, com destaque para o uso residencial, que além de ser o primeiro, foi o único que teve um aumento considerável durante o período. Na sequência estão os lotes baldios, os imóveis de utilidade pública e por último os comércios.

Tabela 1 - Índice de Infestação por *Ae. aegypti* por imóvel de 2002 a 2003 em Campo Grande no Rio de Janeiro.

Uso do Imóvel	Porcentagem de infestação	
	2002	2003
Residência	79,10%	85,10%
Lote Baldio	10,90%	5,40%
Utilidade Pública	6,00%	7,00%
Comércio	4,00%	2,50%

Fonte: Silva et al. (2006).

No município de Assis Chateaubriand no estado do Paraná, em 2007 identificou-se que dos 4.208 imóveis vistoriados, 30 apresentavam focos de inseto, o uso residencial contribuiu com o índice em 93,33% dessas ocasiões (OLIVEIRA; BIAZOTO, 2012).

2.1.2 Importância epidemiológica

O *Ae. aegypti* é relevante para a saúde pública mundial por ser responsável pela transmissão de *arboviroses* como: a dengue (WHO, 2009), a Chikungunya (CHARREL et al., 2014; PINTO JUNIOR, 2014) e Zika (MARCONDES; XIMENES, 2015; FAUCI; MORENS, 2016), que foi identificada pela primeira vez no Brasil em maio de 2015 (BRASIL, 2015a; CARDOSO et al., 2015).

Embora esse transmissor seja o de maior relevância (BRASIL, 2015b), essas enfermidades são transmitidas, em menor magnitude, por outras espécies do gênero *Aedes*; ou também por outros gêneros, no caso específico da Chikungunya (YADAV et al., 2003), e há indícios transmissão vertical do Zika vírus (ZIKV) (BRASIL, 2014a).

Para Franco (1969 apud BRASIL, 2014b), o *Ae. aegypti* é a principal espécie de mosquito envolvida na infecção de febre amarela urbana no Brasil, porém não há diagnósticos dessa doença desde de 1942. A febre amarela silvestre continua sendo transmitida, mas os vetores são *Haemagogus janthinomys*, *Haemagogus albomaculatus* e *Sabethes chloropterus*, e tem como alvo principal os primatas e não os humanos (DEGALLIER et al., 1992). A doença que já demandava atenção no país, foi constatada em Santa Catarina em março de 2019, na qual ocorreu um caso autóctone na cidade de Joinville. O estado não registrava casos de febre amarela em humanos desde 1966 (SANTA CATARINA, 2019).

O agravante da Zika é que ela está associada a ocorrência de casos de microcefalia, o que contribuiu para que a situação fosse declarada como emergência nacional (SAMPAIO et al., 2016). Por sua vez, a OPAS (2016) alertou quanto a relação do vírus da Zika e a síndrome neurológica e malformação congênita.

A Chikungunya não está classificada como uma infecção de alta taxa de letalidade, com porcentagem de 0,1% conforme evidências epidemiológicas, cuja faixa etária mais vulnerável é a dos idosos (FURUYA-KANAMORI, 2016). Indivíduos com mais de 65 anos diagnosticados com essa *arbovirose* tem risco de morte 50 vezes maior que jovens adultos, em virtude da resposta imunológica reduzida ou a frequência de comorbidades (BRASIL, 2014c).

Além do impacto na qualidade de vida das pessoas acometidas com Dengue, ocorre uma carga social de difícil mensuração, devido à alta demanda de atendimento médico, o envolvimento laboral e de estudos (SUAYA et al., 2009). Pesquisas identificaram que o ônus econômico dessa enfermidade ultrapassa outras patologias virais nas Américas; somente o Brasil subsidia 40,9% do custo total da doença no continente (SHEPARD et al., 2011). A ciência indica que as mudanças climáticas aumentarão os impactos da dengue sobre a população, elevando as complicações dos doentes e o crescimento de óbitos (SHEFFIELD; LANDRIGAN, 2011).

2.1.3 Medidas de Controle

A amplitude dos casos e suas consequências, como a antropofilia e a boa adaptação do inseto as cidades, resultam em um habitat ideal para o desenvolvimento do vetor (LIMA-CAMARA, 2016), dificultando a sua prevenção com os atuais recursos disponíveis. Os métodos de controle objetivam a eliminação do transmissor em suas diferentes fases do ciclo biológico, contudo apresentam baixa eficiência e insucesso na contenção da dengue (GUBLER, 2011) e outras *arboviroses* (HONÓRIO et al., 2015).

Brasil (2002) criou programa PNCD, que abrangeu algumas propostas do Plano de Intensificação das Ações de Controle da Dengue (PIACD) e melhorias:

- a) Desenvolvimento de planos permanentes de erradicação do mosquito;
- b) Elaboração de informativos publicitários e maior responsabilização dos moradores pela limpeza do seu domicílio;
- c) Detecção precoce de surtos da doença através de instrumentos de vigilância epidemiológica e entomológica;
- d) Melhora do trabalho de campo de combate ao inseto;
- e) Atuação do Programa de Saúde da Família (PSF) para identificação de possíveis criadouros;
- f) Amparo jurídico ao poder público para eliminação de criadouros das residências;
- g) Atuação multisetorial para destinação correta dos resíduos sólidos e recipientes adequados para o armazenamento da água;
- h) Geração de ferramentas capazes de acompanhar e supervisionar as ações desenvolvidas em escala nível federal, estadual e municipal.

A comercialização de vacinas é promissora, porém as mesmas não protegem contra Chikungunya e Zika, desse modo, o combate direto ao inseto é ainda a melhor forma de intervenção, pois elimina os criadouros potenciais. Há outros tipos de controle utilizados em campanhas de combate ao vetor que são o: ambiental, social, biológico e químico (ESMERALDO, 2016).

Pombo (2016) afirma que não é possível controlar a doença sem erradicar o seu transmissor. Uma premissa da vigilância entomológica é a obtenção de informação e, nesse sentido, pode-se citar que o monitoramento da taxa de incidência do inseto é essencial, já que possibilita ações voltadas a realidade local para eliminação dos focos do mosquito.

Em Santa Catarina as atividades de controle do vetor são de responsabilidade municipal e orientadas pela DIVE-SC. A vigilância do inseto ocorre por meio de armadilhas distribuídas nas cidades e pelo monitoramento de locais estratégicos. Quando um foco é identificado em um imóvel, faz-se uma varredura dentro de um raio de 300 metros para eliminação de recipientes com água acumulada, bem como a coleta de larvas nos mesmos para confirmação de outros criadouros. Decorrido dois meses dessa ação, a área é fiscalizada novamente e, caso sejam encontrados novos focos, a mesma passa a ser considerada infestada, denotando essa característica também para o município, que só perde tal designação após um período de oito meses sem notificações na região em questão (SANTA CATARINA, 2018c).

2.2 USO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG) NA SAÚDE PÚBLICA

O SIG é conceituado como um sistema computacional destinado ao armazenamento e processamento de elementos georreferenciados. Ou seja, é uma ferramenta de manipulação de dados do espaço geográfico que busca controlar fenômenos e atividades relacionados a localização onde estes acontecem ou existem (LONGLEY et al., 2013).

Esse sistema integra, numa única base, elementos cartográficos, dados de censo, imagens de satélite e entre outros, combinando-os por meio de algoritmos de manipulação, para produzir mapeamentos derivados, consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo geocodificado (CÂMARA et al., 2001).

Os usuários dos setores públicos e/ou privados utilizam o SIG para diversas atividades, por exemplo, gestão de recursos humanos ou naturais,

planejamento urbano, gerenciamento de situações de emergências e entre outros (BURROUGH et al., 2015)

Flauzino et al. (2009) analisou as pesquisas que trabalharam com o assunto dengue e geoprocessamento, interligando-os aos indicadores socioeconômicos e ambientais, entre 2000 e 2007. Nesse intervalo, ocorreram 22 estudos na América Latina, 19 realizados no Brasil, em 17 destes projetos houve o uso do SIG para geração de mapas de distribuição e análises espaciais.

O estudo de Carvalho (2017) utilizou o SIG para compreender o perfil epidemiológico da dengue no município de Uberlândia (MG) no intervalo de 2011 a 2015, analisando espacialmente as características e fatores responsáveis por tal situação. Dentre outras contribuições, foi possível identificar os locais com maior concentração da doença, para subsidiar a tomada de decisões por parte do poder público.

Entre as vantagens do SIG para a saúde pública, salienta-se a viabilidade de análises da distribuição espacial das enfermidades que acometem a população. Essas informações podem embasar o planejamento e o gerenciamento das ações de saúde de acordo com a realidade local e os aspectos envolvidos (CAMPOS et al., 2009). Isto é, consiste em uma ferramenta que facilita a consolidação da saúde de atenção básica do país, pois permite a reflexão, planejamento e adoção de medidas baseadas na informação da quantidade de indivíduos que residem em cada localidade e na distribuição dos serviços de saúde, sendo possível avaliar as consequências das ações desenvolvidas, permitindo a sua reorientação ou reforço (CIRINO et al., 2018).

2.3 CADASTRO TERRITORIAL MULTIFINALITÁRIO (CTM)

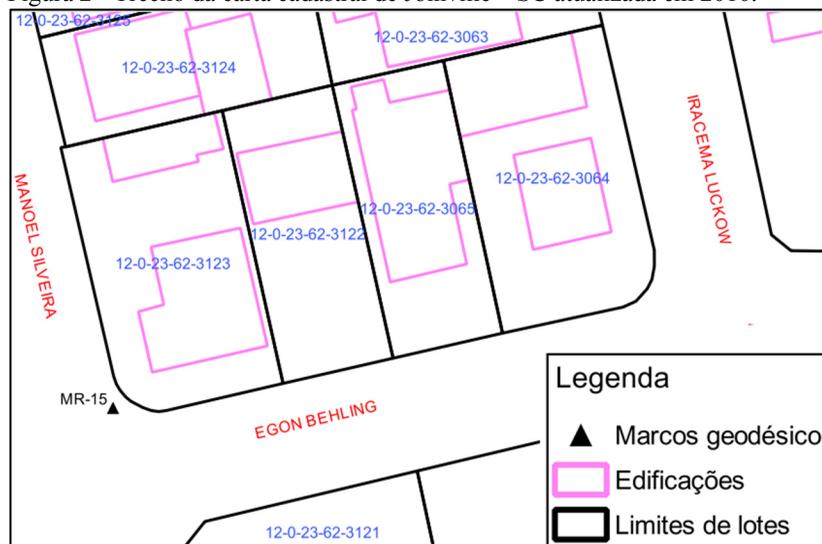
O cadastro territorial engloba os aspectos: econômicos, físicos, jurídicos, ambientais e sociais do imóvel e seus habitantes. Também denominado de cadastro geral ou integral, está estruturado na integração entre as instituições ligadas ao território, como: registro de imóveis (RI), prefeituras e empresas de serviços. Ou seja, o CTM trabalha com as medidas cartográficas associadas com as variáveis que distinguem o uso e a ocupação do solo e das pessoas que o habitam (LOCH; ERBA, 2007).

O CTM é composto pela relação entre os cadastros físico, jurídico e econômico (AMORIM et al., 2018). Para Cunha e Erba (2010), a interação sistemática entre o CTM e o registro de imóveis da cidade é prevista no Sistema de Cadastro e Registro Territorial (SICART) e esse, quando integrado aos cadastros temáticos, compõe o Sistema de Informações Territoriais (SIT).

O SIT que disponibiliza dados e serviços via *web*, especialmente, deve apresentar interface amigável, possibilitar o acesso de usuários comuns e especialistas aos dados abertos, isso colabora para que os habitantes tenham uma cidadania ativa, fomentando a participação nos processos de decisão e gestão pública do município (PINA, 2011).

De acordo com a portaria ministerial 511 de 2009 do Ministério das Cidades em seu artigo 7º, o CTM é constituído de: arquivo de documentos originais de levantamento cadastral de campo; arquivo de dados literais (alfanuméricos) referentes às parcelas e a carta cadastral. Essa é a representação gráfica do levantamento sistemático do território municipal, cuja função básica é caracterizar os limites legais das parcelas territoriais e seus vértices; seu identificador inequívoco; os topônimos de arruamentos; uso do solo; os limites entre setores cadastrais, distritos e municípios, conforme exemplifica a Figura 2 (BRASIL, 2009).

Figura 2 - Trecho da carta cadastral de Joinville – SC atualizada em 2010.



Fonte: Adaptado de Joinville (2010).

Para a ocorrência da multifinalidade do cadastro deve-se adotar uma base única referente às parcelas, o que possibilita a interação e o cruzamento de dados oriundos de diversas origens, cujos usuários do sistema são os responsáveis pela definição, obtenção e atualização desses. Pelo próprio conceito do CTM verifica-se o seu potencial para múltiplas finalidades, sobretudo para a administração pública municipal, que pode

integrar setores e gerenciar seu espaço territorial em conjunto com outras instituições (OLIVEIRA, 2010). O artigo 21 da portaria 511 de 2009 do Ministério das Cidades estabelece que para ser multifinalitário o CTM deve atender as necessidades de diversos usuários, tanto os atuais como os futuros. Para tal objetivo deve possuir uma base em um sistema de referência único e um identificador para cada parcela (BRASIL, 2009).

Um aspecto fundamental no que se refere à qualidade dos dados cadastrais é sua acuidade temporal. Isto é, devem existir mecanismos por parte da administração municipal para a atualização dos mesmos, o que é essencial para a garantia do seu valor, pois a desatualização dos dados compromete a credibilidade das informações (AMORIM et al., 2018).

O estudo de Sass e Amorim (2013) abordou a análise temporal a partir do CTM e suas aplicações na cidade de Ribeirão dos Índios (SP). Os dados da atualização cadastral dos anos de 1996, 2004 e 2010 possibilitaram, dentre outros usos, a espacialização das pessoas hipertensas nesses três anos, viabilizando o acompanhamento da evolução temporal e espacial. De fato, a utilização desses dados proporciona ao gestor público a capacidade de análises importantes que antigamente não estavam disponíveis.

2.4 ESTATÍSTICA DE VARREDURA DE KULLDORFF (ESTATÍSTICA *SCAN*)

Com o intuito de contornar os problemas dos métodos de estatística espacial desenvolvidos até 1995, como Besag-Newell, apresentado em 1991, Modelos Aditivos Generalizados (MAG), elaborado em 1988, e entre outros, Kulldorff e Nagarwalla desenvolveram a Estatística *Scan* para detecção de *clusters* baseada em uma varredura multidimensional e na razão de verossimilhança (KAQUI, 2016).

A estatística de varredura procura identificar uma região composta por aglomerados, relacionando o número de casos observados em relação aos esperados. Esses *clusters* são constituídos alterando o raio, que varia até um valor máximo, de modo que não inclua mais de 50% da população em seu interior. Para cada circunferência ou cilindro (análise espaço-temporal) calcula-se a razão entre a verossimilhança com a hipótese alternativa de que o risco de ocorrência do evento é maior dentro do que fora do cilindro. A hipótese nula é de que a diferença entre as duas verossimilhanças seja ao acaso (KULLDORFF; NAGARWALLA, 1995; KAQUI, 2016).

A estatística *Scan* diferencia-se dos demais métodos estatísticos que analisam dados pontuais, pois realiza inferências estatísticas para

detectar a localização do aglomerado. Quando a hipótese nula é rejeitada consegue-se identificar no mapa a área que causou a rejeição (KULLDORFF, 1997).

Conforme comparação entre os métodos Besag-Newell, MAG e Estatística *Scan* no estudo espacial de crimes em *Houston* (EUA) em 2005, a Estatística *Scan* demonstrou ser mais útil que os demais, devido a maior disponibilidade de modelos de probabilidade e sua capacidade de adaptação (co-variáveis e análise espaço-temporal), evitando que a configuração de parâmetros seja subjetiva (HELBICH; LEITNER, 2012). Quando confrontado com o Mapeamento Bayesiano de Doenças (MBD) na detecção de leishmaniose tegumentar em unidades do exército iraniano entre 2014 e 2017, o seu desempenho foi semelhante ao MBD (AYUBI et al., 2018).

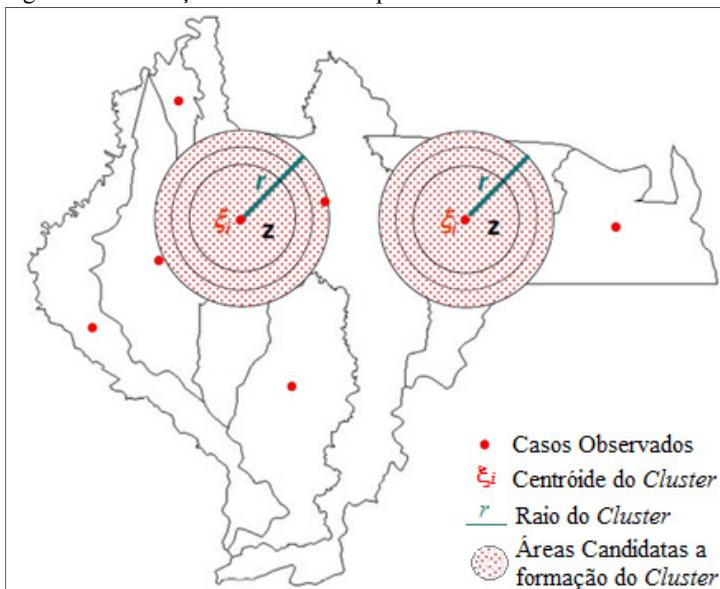
Dentre as vantagens que a tornam indicada no rastreamento de *cluster* salienta-se: adequação conforme a densidade populacional; ajuste por co-variáveis; redução do viés de pré-seleção, quando configurada a busca de aglomerados sem especificar o tamanho do raio; teste estatístico de razão de verossimilhança, que considera ensaios múltiplos resultando em um único valor de p ao testar a hipótese nula; determinação da localização aproximada dos conglomerados que rejeitou a hipótese nula (KULDORFF et al., 1997).

Com a evolução da metodologia proposta por Kulldorff e Nagarwalla em 1995, surgiram novos modelos probabilísticos, dentre os quais pode-se destacar: Bernoulli, Poisson, Ordinal, Permutação espaço-temporal, Exponencial, Normal e o Modelo Bayesiano (NEILL et al., 2005). Ressalta-se ainda o modelo não paramétrico, que foi proposto para detecção de surtos (*outbreak*) de doenças (NEILL; LINGWALL, 2007).

Os modelos de Poisson, Bernoulli e Permutação espaço-temporal são recomendados para dados oriundos de contagens. O ordinal é indicado para categorias hierarquizadas, ou seja, classificado em níveis, por exemplo, baixo, médio e alto. Para valores contínuos podem ser utilizados o modelo normal (números positivos e negativos) e exponencial (KULLDORFF, 2018).

Pode-se definir que: N é o número total de indivíduos na população, C é o número total de casos observados, Z é o conjunto das z áreas candidatas a formarem um aglomerado. Estes z candidatos são círculos de raios r arbitrários situados em um centroide (Figura 3). Os círculos são limitados ao raio que estipula que o agrupamento z contenha no máximo 50% da população total da área (KULLDORFF, 1997).

Figura 3 - Simulação da varredura espacial da estatística *scan*.



Fonte: Adaptado de Balieiro (2008).

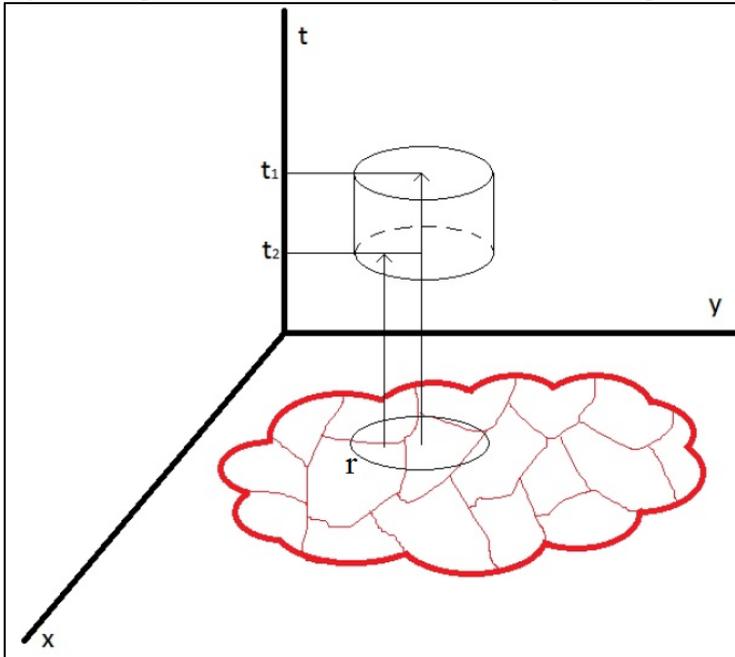
Existem duas análises que podem ser executadas em dados puramente temporais e espaço-temporal, a análise retrospectiva e a prospectiva. A primeira preocupa-se com a detecção, em um espaço e intervalo fixados, de conglomerados históricos, que deixaram de ocorrer antes do término do estudo, e *clusters* ativos, que existirão até o fim da pesquisa. A última foca apenas na determinação dos aglomerados ativos. Nesse caso, a varredura é repetida em um período definido, por exemplo, um dia, um mês, um ano; o processo analisa os intervalos de tempo sucessivamente, considerando a informação do primeiro, até a última data disponível (SILVA, 2016).

O modelo espaço-temporal torna o plano em três dimensões (Figura 4), o raio do cilindro corresponde a varredura na componente espacial e a altura representa a variação do tempo (BALIEIRO et al., 2009).

Kulldorff (2018) explica que o método pode ser utilizado em diferentes áreas, como na astronomia, geografia, zoologia e em estudos epidemiológicos para a busca de aglomerados de doenças. Por exemplo, Ferreira et al. (2018) abordou o estudo da epidemia da dengue em 2014 na cidade de Campinas (SP), a partir das técnicas de estatística espacial

Índice Global de Moran, Índice Local de Moran e Estatística *Scan*. No qual a última, com seu modelo de permutação espaço-temporal, demonstrou ser mais vantajosa que o restante, devido a sua dinâmica para tratar conjuntamente a componente temporal com a detecção das áreas de maior risco de surto epidêmico.

Figura 4 - Esquema de funcionamento da varredura espaço-temporal.



Fonte: Adaptado de Silva (2016).

Nesta dissertação optou-se por detalhar somente o modelo de probabilidade utilizado, que foi o permutação espaço-temporal, para mais informações sobre os outros modelos consultar Kulldorff (2018) e Jung et al. (2010).

2.4.1 Modelo de Permutação Espaço-Temporal

O modelo de permutação espaço-temporal é recomendado para estudos em que a base de dados é constituída com no mínimo: o número de casos, localização espacial (coordenadas) e a data de ocorrência. Não necessita nem de informações de controle e nem sobre a população em

risco (KULLDORFF, 2018). A série de dados desta dissertação sobre os focos de *Ae. aegypti* atende esses quesitos.

Este modelo tem as seguintes características: sua varredura é feita no espaço e no tempo simultaneamente, ou seja, não busca conglomerado espacial ou temporal de modo isolado; possibilita a realização do estudo apenas com os casos; na confirmação da hipótese nula, o seu modelo probabilístico indica que esses eventos seguem a distribuição hipergeométrica (BALIEIRO, 2008).

A verossimilhança é calculada para cada cilindro levando em conta o número de pontos dentro e fora dele juntamente com a quantidade de eventos esperados, cujo aglomerado com a máxima Razão de Verossimilhança Generalizada de Poisson (RVG) e que exceda o limite de casos esperados é apontado como o agrupamento mais verossímil, sendo o principal candidato a um verdadeiro surto (KULLDORFF et al., 1998; GOMES, 2016).

O teste de significância é gerado a partir de várias permutações aleatórias dos casos no espaço e no tempo, relacionando-as com a localização inicial, garantindo que as componentes espacial e temporal se mantenham intactas. Em seguida calcula-se a RVG para cada conjunto simulado. A significância da estatística é feita pelo teste de Monte Carlo, cuja hipótese nula da inexistência de aglomerados é rejeitada ao nível de 0,05 quando o *p-valor* simulado for menor ou igual a esse valor para o agrupamento mais verossímil (MATEUS, 2013).

Na análise prospectiva é possível acrescentar a taxa de ocorrência nula ao *p-valor*, que é o intervalo de tempo em que mesmo que o RVG seja elevado, a hipótese nula é verdadeira (KULLDORFF et al., 2005). Por exemplo, em uma análise que retorna um *p-valor* de 0,05 sob a hipótese nula, aceita-se, em média, um falso alarme a cada $20t$ (t pode ser dia, mês ou ano) para o surto estudado (BALIEIRO, 2008).

Há possibilidade de inclusão de co-variáveis para a explicação de um conglomerado ou parte dele, que se confirma quando o mesmo desaparece ou diminui de tamanho durante as análises. Porém, pode suceder com a inclusão da co-variável o surgimento de um *cluster* significativo que não havia aparecido antes no modelo ajustado. Isso ocorre quando a distribuição espaço-temporal da co-variável camufla o aglomerado. O ajuste para essa depende dos objetivos da pesquisa (VIEIRA et al., 2012).

A execução do método no *SATSCAN* 9.6 contempla basicamente as seguintes etapas: definição dos centroides na área de estudo; construção da matriz de distâncias; ordenação em ordem crescente destes resultados; realização da estatística conforme as configurações inseridas

no *software* para encontrar as zonas candidatas a formação de aglomerados; avaliar a significância estatística do teste a partir da simulação de Monte Carlo; e por fim, caso rejeitada a hipótese nula, esta região é considerada um *cluster* (KAQUI, 2016). O funcionamento do *SATSCAN* 9.6 foi detalhado no Apêndice A.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Joinville está localizado na região sul do Brasil, na mesorregião norte catarinense (Figura 5). É a maior cidade do estado de Santa Catarina, com uma população estimada em 577.077 habitantes, distribuídos ao longo de sua área de aproximadamente 1.126,10 Km² (IBGE, 2017). A sede municipal tem como coordenadas geográficas: latitude 26°18'05" S e longitude 48°50'38" W, *datum* horizontal SIRGAS 2000. Está distante 180 km da capital Florianópolis.

Seu relevo é caracterizado pela presença de montanhas, planalto e planície. O ponto mais alto é o pico de Joinville com altitude de 1.350 m (OLIVEIRA, 2006). A Serra do Mar e o mangue são obstáculos a expansão da cidade, que resultam em um traçado urbano no sentido norte-sul, acompanhando a rodovia BR-101 e a baía da Babitonga (SANTANA, 1998).

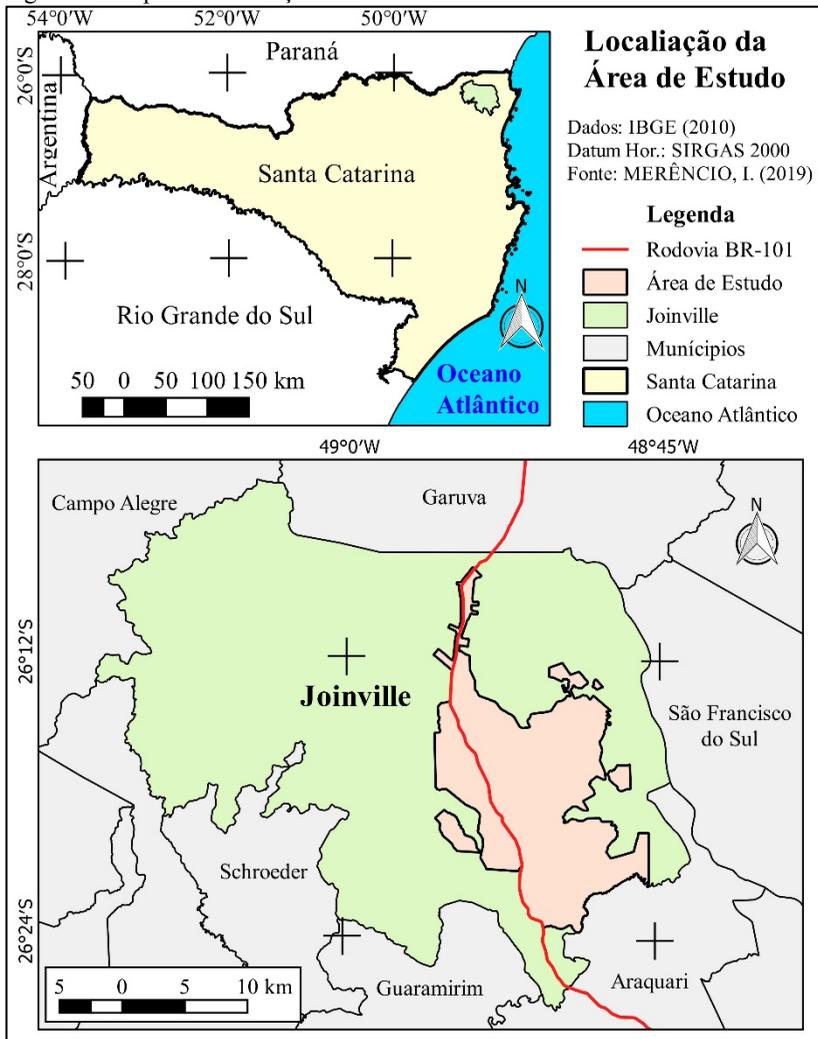
O clima predominante da região é do tipo “mesotérmico, úmido, sem estação seca”, conforme a classificação de Köppen. A umidade relativa média anual do ar é de 76,04%. (JOINVILLE, 2017).

As maiores temperaturas para a cidade ocorrem nos primeiros meses do ano, cujas médias mensais são superiores a 25°C, tendo maior destaque o mês de fevereiro. Já as temperaturas mais baixas estão relacionadas aos meses de junho até setembro, com médias mensais inferiores a 20°C. Entretanto, entre maio a junho podem ocorrer dias em que as temperaturas máximas absolutas ultrapassem 30°C (JOINVILLE, 2016).

O município apresenta os maiores totais de precipitação do estado. O regime de chuvas anual varia entre 1.500 mm a 2.000 mm, com os maiores índices de pluviosidade registrados nas estações da primavera e do verão. No entanto, há uma redução desse indicador no inverno (BARBOSA, 2009).

Esse padrão ficou evidente na cidade de Joinville em 2014. Analisando temperatura e precipitação médias, constatou-se que ambas ocorreram com maior intensidade nos meses da primavera e verão (Gráfico 1).

Figura 5 - Mapa de localização de Joinville - SC.



A vegetação predominante na região é resultado da ação combinada de fatores como geologia, clima, cobertura vegetal e hidrografia, o que faz com que a floresta ombrófila densa e os manguezais sejam os tipos dominantes. O mangue ocorre nas margens da lagoa do Saguçu e da Baía da Babitonga, com cerca de 36,54 km², mais de 50% da área total da baía (JOINVILLE, 2017).

A economia é voltada para a indústria, com destaque para os setores metalomecânico, têxtil, plástico, metalúrgico, químico e farmacêutico (JOINVILLE, 2017). O Produto Interno Bruto (PIB) é um dos maiores do país, em torno de R\$ 45.538,31 per capita por ano (IBGE, 2015).

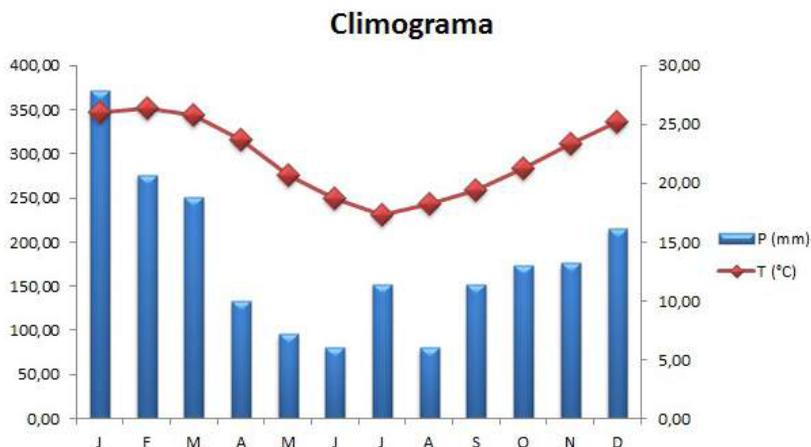


Gráfico 1 - Climograma das estações meteorológicas da Univille e Defesa Civil de Joinville em 2014

Fonte: Joinville (2016)

3.2 BASE DE DADOS

A base cadastral foi obtida no SIMGEO de Joinville, contendo ruas, lotes, edificações, quadras, limites de bairros, número da edificação e nome do logradouro. Esses dados são oriundos da atualização cadastral realizada em 2010 e estavam no formato *Shapefile*, *datum* SIRGAS 2000 e coordenadas geodésicas.

A série histórica de precipitação total foi obtida no sistema HIDROWEB da Agência Nacional de Águas (ANA). A estação de código 02648014 denominada de Joinville (RVPSC) possui dados desde 1938 até 2018. Para o intervalo de estudo da presente dissertação houve falha na coleta de dados no mês de agosto de 2012, por isso utilizou-se registros da estação 02648036 denominada Joinville – UNIVILLE para completar a série.

Os relatórios contendo o número de focos de *Ae. aegypti* do período de janeiro de 2009 a setembro de 2018 em Joinville foram disponibilizados pela DIVE-SC. Os documentos possuem informações

sobre os focos, como: identificação, data da coleta, localização, tipo do criadouro, ocupação do solo, entre outros (Tabela 2).

Tabela 2 - Exemplo de atributos descritivos dos focos de *Ae. aegypti* em 2016 oriundos da base descritiva da DIVE-SC.

Nº Foco	Localidade	Imóvel	Data da Coleta	Formas Aquáticas	Ovos
ARM ¹ 2/16	FLORESTA	Comércio	06/01/2016	5	0
PE ² 3/16	ITAUM	Residência	07/01/2016	1	0
ARM 4/16	JOÃO COSTA	Comércio	13/01/2016	11	0
ARM 8/16	ITAUM	Comércio	14/01/2016	22	0

Fonte: Adaptado de DIVE – SC (2018).

¹ ARM: Armadilha

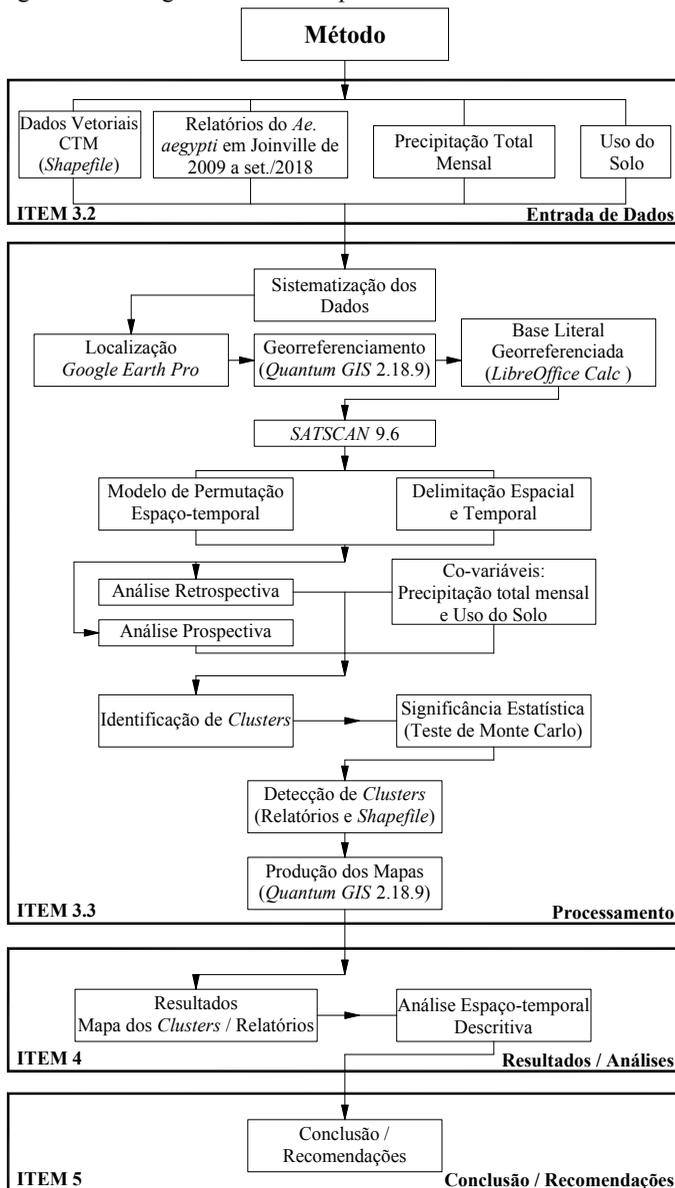
² PE: Ponto Estratégico

Essas planilhas eletrônicas contendo os dados descritivos foram manipuladas e formatadas no *Software LibreOffice Calc*. O *Google Earth Pro*, na versão gratuita, foi utilizado para identificar a localização dos focos do mosquito. Posteriormente, foi possível compilar os atributos descritivos com a base cadastral no *Quantum GIS 2.18.9*. Por fim, empregou-se o *SATSCAN 9.6* para aplicação da estatística de varredura de Kulldorff et al. (2005).

3.3 MÉTODO

A sequência das etapas de aplicação e desenvolvimento do método de detecção de conglomerados de *Ae. aegypti*, contendo a sistematização dos dados, a escolha do modelo de probabilidade, a definição das co-variáveis e a aplicação da estatística *scan* são apresentadas a partir do item 3.3.1 e resumidas no fluxograma da figura 6.

Figura 6 - Fluxograma com as etapas de desenvolvimento do método



3.3.1 Sistematização de Dados

A etapa inicial foi a verificação dos dados referentes aos focos de *Ae. aegypti*. Na qual constatou-se que a série disponibilizada pela DIVE-SC contemplou o período de 01/01/2009 até 24/09/2018. Além disso, que os relatórios possuíam os registros essenciais para o prosseguimento do trabalho que, no primeiro momento, foi o identificador do foco, nome do logradouro, número da edificação, bairro e complemento.

O planejamento do estudo era realizar o georreferenciamento dos focos através da base vetorial do SIMGEO com auxílio do *Quantum GIS* 2.18.9. Entretanto, notou-se divergências de localização entre o sistema de informação utilizado pela vigilância ambiental de Joinville e sua base cadastral, cujos dados estavam desatualizados e existiam inconsistências no registro do foco, que dificultavam o georreferenciamento. Portanto, foi necessário aplicar o programa *Google Earth Pro* para definir parcialmente o posicionamento dos criadouros. Assim, com a ferramenta de busca determinou-se a localização dos focos, que foram materializados por marcadores, nomeados com seu identificador, separados em pastas de acordo com o ano de incidência e salvos na extensão .KML.

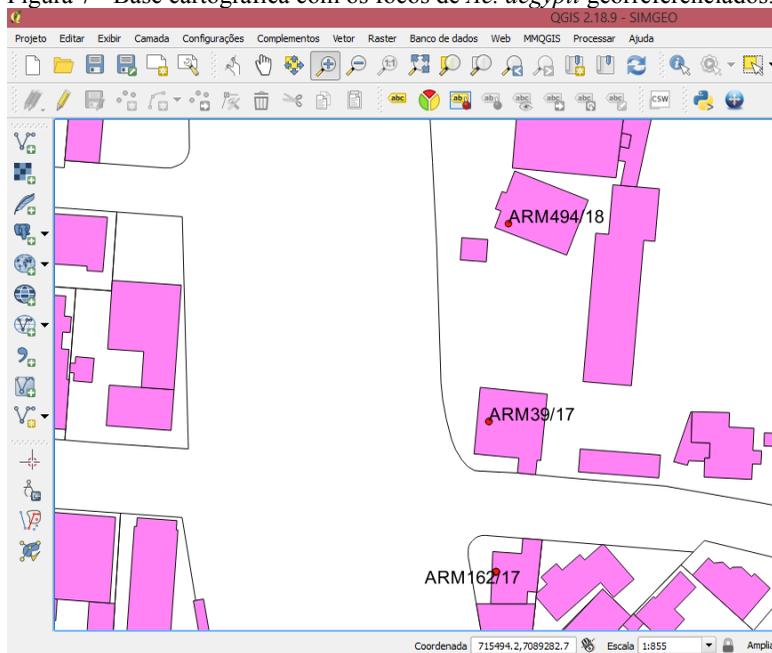
Na sequência configurou-se o projeto no *Quantum GIS* 2.18.9 com o sistema de coordenadas geodésicas e datum SIRGAS2000. O próximo passo foi a importação dos arquivos *shapefile* para o *software*, incluindo logadouros, edificações, lotes, quadras, e limites de bairros.

Em seguida, importou-se os marcadores no formato .KML para o projeto no *Quantum GIS* 2.18.9, os quais foram adequados ao interior dos lotes. Isso auxiliou a compatibilização dos focos com a base cadastral, resultando no georreferenciamento dos mesmos.

A importação dos marcadores para o *Quantum GIS* 2.18.9 gerou camadas diferentes para cada ano. Nesse caso, empregou-se o complemento *MMQGIS* para união destas em uma única camada contendo todos os pontos de infestação. Logo após, exportou-se a mesma para o formato .CSV contendo o identificador e suas coordenadas no sistema geodésico e em grau decimal, que é aceito no *SATSCAN* 9.6.

Este arquivo foi importado no *LibreOffice Calc* com intuito de unir as coordenadas geodésicas a base de atributos descritivos do mosquito, que ocorreu através do identificador, que era comum em ambas planilhas. Com isso, finalizou-se a base literal no formato .dbf englobando todos os dados referentes a infestação do vetor. Desse modo, foi possível inserir no *Quantum GIS* 2.18.9 a base descritiva, gerando uma camada de pontos com todos os focos georreferenciados e seus atributos literais, como exemplifica a Figura 7.

Figura 7 - Base cartográfica com os focos de *Ae. aegypti* georreferenciados.



Em seguida, empregou-se a ferramenta unir atributos pela posição para que o identificador inequívoco das parcelas cadastrais fosse inserido no *shapefile* dos focos, possibilitando a determinação de quais eram os imóveis afetados. Posteriormente, no ambiente do *LibreOffice Calc*, foi organizado as quantidades dos focos anuais e totais em colunas. Esses dados foram inseridos no *Quantum GIS 2.18.9* e relacionados com a camada dos lotes, para que fossem realizadas análises a nível desses últimos e também de bairros.

3.3.2 Definição do Modelo Probabilístico

Para verificar a existência de conglomerados optou-se pelo modelo de permutação espaço-temporal (KULLDORFF et al., 2005), pois os relatórios eram compostos de uma contagem de focos do inseto e não havia informação para determinar com precisão qual a população em risco. Ademais, sua varredura é feita no espaço e no tempo simultaneamente, que é o diferencial desse método e o essencial para que o objetivo deste trabalho fosse auferido. Não foi possível o uso dos modelos exponencial e normal pelo fato dos focos não serem uma

variável contínua. Como o objetivo da pesquisa era relacionado à contagem de criadouros, a utilização do modelo ordinal não era adequada.

Nesse caso, a variável resposta foi o número de focos do vetor identificados, que são dados pontuais com centroides localizados no interior dos lotes, no período de janeiro de 2009 a setembro de 2018 no município de Joinville.

3.3.3 Definição das Co-variáveis

O tipo de uso do imóvel notificado positivamente com o transmissor foi definido como co-variável, devido à influência do uso do solo na taxa de ocorrência (OLIVEIRA; BIAZOTO, 2012).

O *software SATSCAN 9.6* exige que as co-variáveis sejam representadas por números inteiros. Por isso, foi necessário categorizar essa co-variável, que foi baseada na classificação definida pela DIVE-SC de 2017 (Tabela 3).

Tabela 3 - Classificação da co-variável uso do solo em categorias.

Categorias	Uso do Solo
1	Comércio
2	Residência
3	Ponto estratégico
4	Terreno Baldio
5	Outros

A DIVE – SC distingue residências com armadilha e sem armadilha, porém preferiu-se agrupá-las em uma categoria, pois em ambas o uso é residencial. Se ao invés da armadilha houvesse um criadouro disponível no local, também haveria presença do mosquito. A classe ponto estratégico englobou os lotes que apresentam alto risco de infestação, como ferros-velhos, borracharias e depósitos de veículos (SANTA CATARINA, 2018c). Já o grupo outros, enquadrou os imóveis de utilidade pública e aqueles que não possuíam características das demais categorias.

Existem indícios que a taxa de incidência do mosquito está relacionada à pluviosidade (AJUZ; VESTENA, 2014; MAGALHÃES; ZANELLA, 2015), assim elencou-se a precipitação total mensal também como uma co-variável.

Para a sua categorização utilizou-se a série de pluviosidade das estações pluviométricas Joinville (RVPSC) e Univille de 2006 a 2017 com o objetivo de conhecer o regime mensal de chuvas da cidade (Gráfico 2). Não foi possível a utilização dos anos anteriores dos registros por motivo de falha na coleta dos mesmos.

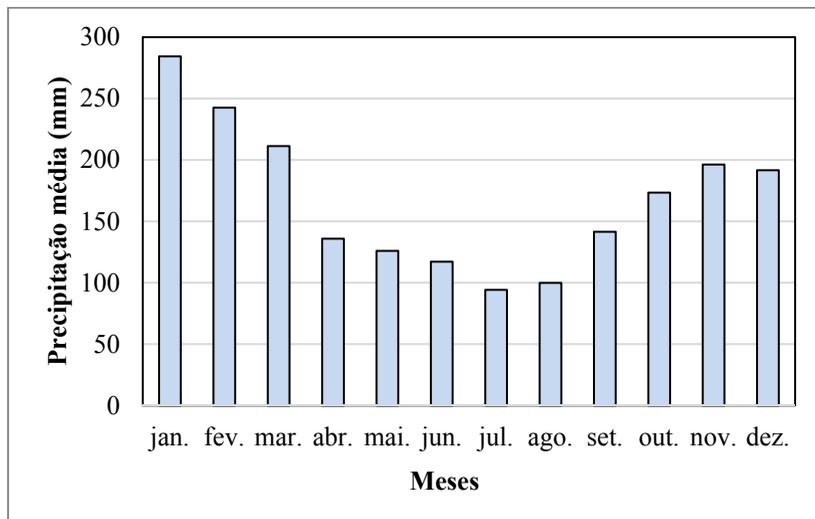


Gráfico 2 - Precipitação mensal média de Joinville de 2006 a 2017 baseada nas estações da Joinville (RVPSC) e Univille.

Fonte: Dados da ANA (2018).

A partir do Gráfico 2, classificou-se a série de precipitação do período de janeiro de 2009 a setembro de 2018 em quatro classes distribuídas uniformemente conforme indica a Tabela 4.

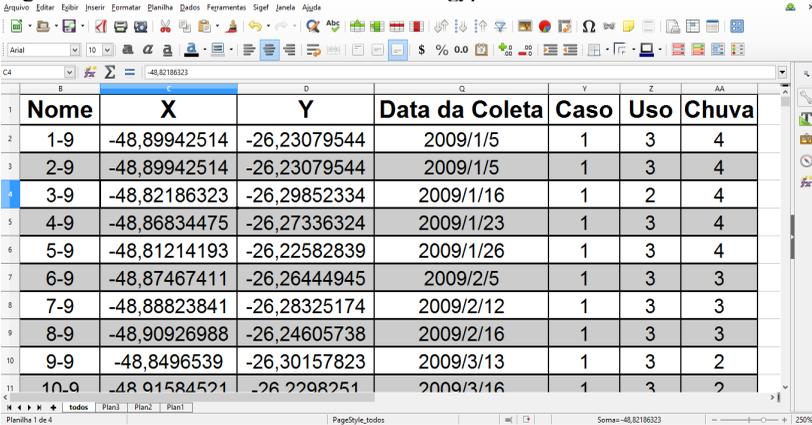
Tabela 4 - Classificação da co-variável precipitação total mensal em categorias.

Categorias	Precipitação Total Mensal (mm)
1	< 100
2	101 a 200
3	201 a 300
4	> 300

3.3.4 Aplicação da Estatística *Scan*

A base de dados descritivas do *LibreOffice Calc* necessitou de alguns dados essenciais que foram: identificação dos focos do transmissor, suas coordenadas, data de ocorrência, número de casos e as co-variáveis categorizadas (Figura 8).

Figura 8 - base descritiva de focos de *Ae. aegypti* finalizada.



	B	D	G	Y	Z	AA
1	Nome	X	Y	Data da Coleta	Caso	Uso Chuva
2	1-9	-48,89942514	-26,23079544	2009/1/5	1	3 4
3	2-9	-48,89942514	-26,23079544	2009/1/5	1	3 4
4	3-9	-48,82186323	-26,29852334	2009/1/16	1	2 4
5	4-9	-48,86834475	-26,27336324	2009/1/23	1	3 4
6	5-9	-48,81214193	-26,22582839	2009/1/26	1	3 4
7	6-9	-48,87467411	-26,26444945	2009/2/5	1	3 3
8	7-9	-48,88823841	-26,28325174	2009/2/12	1	3 3
9	8-9	-48,90926988	-26,24605738	2009/2/16	1	3 3
10	9-9	-48,8496539	-26,30157823	2009/3/13	1	3 2
11	10-9	-48,81584521	-26,22982751	2009/3/16	1	3 2

As coordenadas estavam no formato de latitude e longitude, grau decimal, *datum* SIRGAS 2000. Depois da finalização da base foi possível a realização de uma análise descritiva dos focos do mosquito para o período de estudo. O arquivo nomeado de “base.dbf” foi inserido no *SATSCAN* 9.6, sendo necessário informar as colunas dos dados essenciais para correspondência da base com o *software*.

A estatística *scan* trabalha com janelas de varredura com formato circular para diversos raios de busca, portanto foi imprescindível a definição desse limite. Assim, estipulou-se como valor máximo para o raio de busca 0,50 quilômetros, baseado no estudo de Freitas e Oliveira (2009). As variáveis climáticas de Joinville e a quantidade de focos indicam que a fêmea dificilmente encontrará condições adversas para que realize um deslocamento máximo a partir do ponto de eclosão em busca de ambiente favorável.

Além disso, a escolha pelo modelo de permutação espaço-temporal fez com que houvesse necessidade de informar o limite de busca no tempo. Embora ocorra sazonalidade no desenvolvimento do transmissor, informada por Ribeiro et al. (2015) e Busato et al. (2014), definiu-se como

limite temporal máximo a porcentagem de 50% das ocorrências no interior do *cluster*, com o intuito de reconhecer a data de início da infestação e se os aglomerados cessariam sua atividade conforme a sazonalidade.

Inicialmente, considerou-se a busca de conglomerados baseado na análise retrospectiva, que identifica a presença tanto de *clusters* ativos quanto de históricos, ou seja, que deixaram de existir antes do término da pesquisa, cujos resultados foram apresentados na seção 4.1.2.1.

Posteriormente, realizou-se a análise retrospectiva dos focos de *Ae. aegypti* associados as co-variáveis uso do imóvel ou precipitação total mensal, como mostram os resultados da seção 4.1.2.2 e 4.1.2.3, respectivamente. O objetivo foi verificar se essas explicavam a existência dos aglomerados, influenciavam na redução ou até extinção dos mesmos.

Por último, a detecção dos agrupamentos da variável resposta focos do vetor foi apoiada na análise prospectiva, que encontra apenas *clusters* ativos. Nesse caso, aplicou-se o modo prospectivo sem o uso das co-variáveis para evitar que o estudo ficasse repetitivo, sendo que os resultados foram expostos no item 4.1.2.4.

Para cada suposto aglomerado foi calculado o valor da RVG, aquele que apresentasse a maior grandeza, era o mais provável, denominado de primário. Para o teste da significância desse conglomerado primário considerou-se 5% de probabilidade, com as seguintes hipóteses:

H_0 : não existe agrupamento espaço-temporal dos focos de *Ae. aegypti* em Joinville;

H_1 : existe agrupamento espaço-temporal dos focos de *Ae. aegypti* em Joinville.

O procedimento de Monte Carlo foi utilizado para testar essas hipóteses com relação ao *cluster* primário. Se após as 999 permutações a ordem R estivesse acima de 950, contatava-se que o agrupamento do número de focos naquela zona não aconteceu devido ao acaso. Os conglomerados com valores de RVG menores, ditos secundários, tiveram avaliação da significância de modo similar ao realizado no primário. Todo o procedimento de execução do método no *SATSCAN* 9.6 foi detalhado no Apêndice A.

Por fim, utilizou-se o *software QuantumGIS* 2.18.9 com a base cartográfica para espacialização dos resultados obtidos no *SATSCAN* 9.6, finalizando-os com a criação das cartas para o município de Joinville, nas quais constam círculos que correspondem ao diâmetro dos conglomerados detectados.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

4.1 RESULTADOS

Esta seção foi dividida em duas etapas, a primeira aborda uma análise descritiva referente aos focos do *Ae. aegypti* em Joinville no período de janeiro de 2009 a setembro de 2018, e na segunda são apresentados os resultados de detecção de conglomerados a partir da análise retrospectiva e prospectiva para o mesmo intervalo.

4.1.1 Análise descritiva dos focos de *Ae. aegypti* em Joinville de janeiro de 2009 a setembro de 2018

A cidade de Joinville registrou entre janeiro de 2009 e setembro de 2018 um total de 1.846 focos do inseto, entre formas aquáticas e adultas. Sendo que o intervalo dos últimos cinco anos (2014-2018) correspondeu com 78,33% das notificações. O ano de 2009 apresentou 42 focos do vetor (2,27%), que foi a menor quantidade para o período analisado, já o intervalo temporal entre os meses de janeiro a setembro de 2018 conteve a maior, 516 criadouros (27,95%), conforme a Tabela 5.

Tabela 5 - Número de focos mensais de *Ae. aegypti* entre janeiro de 2009 e setembro de 2018 em Joinville – SC.

Mês	Ano										Valor Mensal	
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Mín.	Máx.
Jan.	5	27	13	20	19	30	87	17	57	79	5	87
Fev.	3	6	5	15	28	8	59	17	29	69	3	69
Mar.	5	9	32	18	14	37	37	33	39	73	5	73
Abr.	4	5	13	23	18	40	3	22	28	94	3	94
Mai.	3	18	3	4	6	22	8	23	28	111	3	111
Jun.	1	1	0	1	2	11	9	15	12	23	0	23
Jul.	0	0	1	8	1	12	2	0	9	31	0	31
Ago.	0	0	1	2	0	3	4	0	7	20	0	20
Set.	3	1	0	2	3	3	5	2	3	16	0	16
Out.	2	1	0	2	0	8	0	7	19	-	0	19
Nov.	10	6	1	7	1	10	5	6	26	-	1	26
Dez.	6	5	3	10	3	70	12	11	35	-	3	70
Total	42	79	72	112	95	254	231	153	292	516	-	-

Fonte: Adaptado da DIVE (2018).

Houve meses sem notificações (valor mensal mínimo), por exemplo, julho de 2010, agosto de 2013 e entre outros (Tabela 5). Quando essa hipótese se confirmou, a janela temporal limitou-se entre junho a outubro da série analisada. No restante dos meses sempre existiu valores positivos, com o máximo registrado no mês de maio de 2018, com 111 identificações do inseto.

Agrupado os dados por semestre entre abril a setembro do mesmo ano e outubro a março do ano subsequente (Gráfico 3) observou-se a sazonalidade no índice de infestação, já que na maioria dos intervalos entre abril a setembro houve redução da ocorrência dos focos. Só aconteceram dois momentos em que essa situação foi atípica. No outono e inverno de 2014 o número de notificações superou o semestre anterior (primavera-verão), passando de 79 para 91 e, conseqüentemente na janela de 2014-2015 houve um aumento expressivo para 271 registros do inseto. A outra ocasião foi no semestre de 2017-2018 em que foi identificado o maior surto do vetor na série analisada, 301 criadouros, que declinaram para 295 no outono e inverno de 2018, ou seja, diminuição de apenas 6 casos.

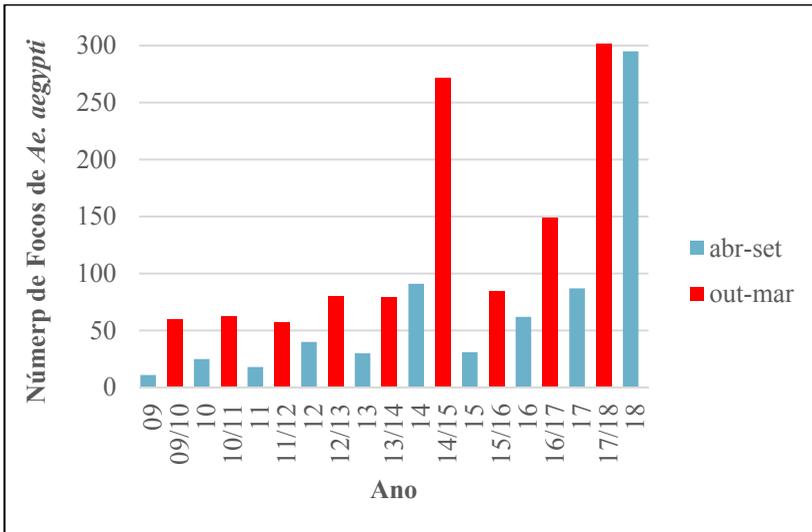


Gráfico 3 - Distribuição semestral dos focos de *Ae. aegypti* em Joinville - SC de abril de 2009 a setembro de 2018.

O número de focos do mosquito encontrados quando a precipitação total mensal estava na classe de 101 a 200 mm foi de 840 casos, que

correspondem a 45,50% do total registrado (Tabela 6). Quando a pluviosidade foi superior a 300 mm constatou-se o menor índice de infestação que foi de 15,33%. Uma possível explicação para este fato é a dificuldade de respiração da larva em períodos de chuva constante, pois ela não consegue subir a superfície da água; ou também pelo transbordamento dos criadouros que se encontram em céu aberto. Nas outras duas classes as quantidades foram semelhantes. Isso demonstra que entre 101 a 200 mm é uma margem ideal de precipitação em que o vetor consegue se disseminar e não necessariamente depende do excesso de chuvas.

Tabela 6 - Relação entre a quantidade de focos de *Ae. aegypti* e a precipitação total mensal de janeiro de 2009 a setembro de 2018 em Joinville - SC.

Precipitação Total Mensal (mm)	Quantidade de focos registrados	Porcentagem
< 100	368	19,94%
101 a 200	840	45,50%
201 a 300	355	19,23%
> 300	283	15,33%
Total	1846	100%

A distribuição espacial dos focos por bairros ao longo do tempo de estudo (APÊNDICE B) mostrou que 19 bairros tiveram entre 0 a 15 casos, com destaque para Vila Cubatão, Dona Francisca e Morro do Meio que não possuíram notificações. Vale ressaltar que esses três localizam-se nas extremidades do perímetro urbano e estão menos ocupados que os demais. Outros 18 bairros enquadraram-se na classe entre 16 a 59 focos. Os bairros Aventureiro, Zona Industrial Norte e Fátima apresentaram entre 60 a 131 notificações; Floresta e Itaum entre 132 a 286 criadouros do inseto; e o bairro Boa vista foi o mais infestado com 414 focos de *Ae. aegypti*, que correspondeu a 22,42% do total. Houve 4 casos localizados em zonas de expansão urbana que não foram representados no mapa. De maneira geral, esses seis últimos bairros apresentados concentraram 1.236 notificações do total registrado.

Na base cadastral de Joinville há 139.949 lotes, dos quais apenas 744 apresentaram focos do vetor ao longo dos anos. Além disso, observou-se que em 477 destes imóveis ocorreu apenas uma identificação (Tabela 7), ou seja, em 64,11% dos lotes não houve reincidência de foco, fato que demonstra a eficiência do método de controle atual nesse quesito.

Tabela 7 - Número de lotes com focos positivos de *Ae. aegypti* entre janeiro de 2009 a setembro de 2018 em Joinville - SC.

Intervalo de Focos	Quantidade de Lotes	Porcentagem
1	477	64,11%
02 - 05	198	26,61%
06 - 10	45	6,06%
11 - 20	17	2,28%
20 - 35	4	0,54%
36 - 42	3	0,40%
Total	744	100,00%

Na outra extremidade, verificou-se 3 lotes que apresentaram entre 36 e 42 focos (Tabela 7), o que representa 0,40% do total. Todos estão situados no bairro Itaum, que foi caracterizado como o segundo bairro mais infestado. Dois destes imóveis são confrontantes e o terceiro está distante 100 metros dos mesmos. A privacidade dos dados não permitiu a espacialização desses de maneira mais específica. Em uma destas parcelas mais afetadas, no ano de 2014 foi encontrado 41 focos do inseto e no ano seguinte reduziu para 1, isso o destacou como o lote com maior número de notificações anual. Na outra propriedade (distante 100 metros da anterior) em 2014 foram descobertos 28 casos, que diminuíram para 14 no ano subsequente. Todavia, em ambas não ocorreu mais notificações positivas desde 2015.

As maiores quantidades de focos do inseto foram observadas na classe de uso comercial, que computou 815 ocorrências, ou 44,15 % do total (Tabela 8). Uma possível explicação para esse fato, é que nos imóveis destinados a prestação de serviços há mais variedade de recipientes para oviposição quando o armazenamento e descarte de objetos não é feito adequadamente. Em seguida ficou o uso residencial com 30,44 %. Estas duas classes somadas contém 74,59 % dos casos, o que aponta que a infestação está associada à espécie humana, que pode ter origem tanto pela relação antropofílica quanto pela negligência das medidas de combate ao vetor. O ponto estratégico também obteve um número considerável de notificações, evidenciando que a prática de determinar a prioridade de vigilância de certos tipos de imóveis é uma técnica adequada. Outro fato de destaque é que os terrenos baldios apresentaram os menores números, com apenas 30 registros.

Tabela 8 - Categorização de focos de *Ae. aegypti* de janeiro de 2009 a setembro de 2018 por classe de uso do solo em Joinville - SC.

Uso do solo	Quantidade de focos registrados	Porcentagem
Comércio	815	44,15%
Residência	562	30,44%
Ponto estratégico	320	17,33%
Terreno Baldio	30	1,63%
Outros	119	6,45%
Total	1846	100,00%

4.1.2 Detecção de conglomerados

Nesta seção são apresentados os *clusters* obtidos a partir da estatística *Scan* com seu modelo de permutação espaço-temporal e que foram significativos conforme o procedimento de Monte Carlo. A busca ocorreu considerando duas abordagens: análise retrospectiva e prospectiva; ambas configurados com o intervalo temporal de até 50% das ocorrências, o raio máximo de 0,50 Km e a verificação da influência de co-variáveis na detecção de conglomerados apenas na análise retrospectiva.

4.1.2.1 Análise retrospectiva sem uso de co-variáveis

Foram identificados 26 conglomerados significativos ($p < 0,05$) (Tabela 9). O *cluster* primário (P1) foi detectado no bairro Itaum com uma RVG de 174,01, um raio de 0,50 Km e centroide com latitude 26,333434° S e longitude 48,839770° W. Nessa área no prazo de 15 meses ocorreram 292 focos de *Ae. aegypti*. Sob a hipótese nula, de que não existisse agrupamento, seriam esperados somente 81,95 casos. O *p-valor* para este aglomerado, obtido a partir de 999 simulações pelo método de Monte Carlo, foi igual a 1×10^{-17} . Como o valor resultante é menor que 0,05, a hipótese nula da não existência do *cluster* primário foi rejeitada, o que indica que o valor foi significativo. Em relação a sua situação, trata-se de um agrupamento histórico, ou seja, não-ativo, pois ocorreu de 25/12/2013 até 24/03/2015, não permaneceu em atividade até o fim do estudo. A significância dos conglomerados secundários transcorreu pelo mesmo procedimento. Os resultados foram espacializados através da Carta dos aglomerados de *Ae. aegypti* detectados pela análise retrospectiva em

Joinville-SC no período de janeiro de 2009 a setembro de 2018 (APÊNDICE C).

Tabela 9 - Aglomerados dos focos de *Ae. aegypti* detectados em Joinville-SC no período de janeiro de 2009 a setembro de 2018 pela análise retrospectiva sem co-variáveis.

<i>Cluster</i>	<i>Centroide / Raio (Km)</i>	<i>De</i>	<i>Até</i>	<i>Focos Obs.</i>	<i>Focos Esp.</i>	<i>RVG</i>	<i>p-valor</i>
P1	26,333434 S; 48,839770 W / 0,50	25/12/2013	24/03/2015	292	81,95	174,01	1E-17
S2	26,242627 S; 48,802850 W / 0,32	25/05/2010	24/07/2011	50	2,76	98,3	1E-17
S3	26,305024 S; 48,827940 W / 0,49	25/04/2016	24/12/2017	132	41,46	64,6	1E-17
S4	26,340529 S; 48,851849 W / 0,41	25/08/2012	24/01/2014	33	2,73	52,2	1E-17
S5	26,263787 S; 48,865306 W / 0,50	25/03/2009	24/01/2010	24	1,73	41	1E-15
S6	26,231720 S; 48,831076 W / 0,45	25/01/2017	24/03/2017	19	1,05	37,2	6E-14
S7	26,363298 S; 48,836680 W / 0,44	25/01/2012	24/03/2012	14	0,47	33,9	2E-12
S8	26,298037 S; 48,896312 W / 0,29	25/03/2014	24/09/2014	17	0,98	32,6	8E-12
S9	26,300782 S; 48,816093 W / 0,47	25/12/2017	24/09/2018	78	28,05	30,5	8E-11
S10	26,316942 S; 48,817553 W / 0,47	25/04/2017	24/06/2018	60	20,35	25,7	2E-08
S11	26,331139 S; 48,814622 W / 0,35	25/01/2018	24/03/2018	16	1,51	23,3	2E-07
S12	26,364069 S; 48,822048 W / 0,40	25/03/2012	24/04/2012	7	0,1	23,2	2E-07
S13	26,248765 S; 48,906779 W / 0,39	25/11/2009	24/04/2011	16	1,78	21	3E-06
S14	26,230708 S; 48,903360 W / 0,39	25/11/2015	24/01/2016	7	0,14	20,8	3E-06
S15	26,237473 S; 48,809892 W / 0,22	25/09/2017	24/10/2017	5	0,04	19,8	9E-06
S16	26,252422 S; 48,814817 W / 0,47	25/11/2016	24/12/2016	5	0,04	19,3	2E-05
S17	26,244589 S; 48,819597 W / 0,06	25/02/2012	24/03/2012	5	0,05	18,5	4E-05
S18	26,297773 S; 48,847501 W / 0,15	25/01/2011	24/02/2011	4	0,02	16,9	2E-04
S19	26,214755 S; 48,900534 W / 0,25	25/10/2009	24/11/2009	4	0,03	16	5E-04
S20	26,259522 S; 48,807487 W / 0,41	25/01/2017	24/05/2017	8	0,56	13,8	0,01
S21	26,310058 S; 48,842728 W / 0,33	25/04/2018	24/05/2018	8	0,61	13,3	0,01
S22	26,340831 S; 48,823405 W / 0,15	25/02/2014	24/05/2014	7	0,42	13,2	0,01
S23	26,341858 S; 48,831029 W / 0,45	25/01/2013	24/05/2013	6	0,3	12,3	0,03
S24	26,211771 S; 48,814186 W / 0,22	25/03/2017	24/04/2017	4	0,07	12,3	0,03
S25	26,319863 S; 48,875005 W / 0,03	25/02/2015	24/07/2015	5	0,18	11,9	0,04
S26	26,324407 S; 48,861952 W / 0,15	25/02/2009	24/06/2009	3	0,02	11,9	0,04

O único aglomerado que continuou ativo até o fim da pesquisa foi o secundário S9, que possui um raio de 0,47 Km e centroide com latitude 26,300782° S e longitude 48,816093° W, portanto está situado no bairro Boa Vista (APÊNDICE C). O agrupamento iniciou em 25/12/2017 e perpetuou sua atividade até 24/09/2018, durante esses 9 meses foram observados 78 focos do vetor, para aceitação da hipótese nula seria esperado apenas 28,05 casos. É importante salientar que o aglomerado secundário S3, também pertence ao bairro Boa Vista, sua atividade encerrou no dia 24/12/2017, próximo da data de início e da localização do *cluster* ativo, isso pode ser um indicativo de uma migração do vetor no bairro ou uma nova infestação com outro meio de propagação. Houve três aglomerados que se tornaram históricos em 2018, ou seja, se tornaram inativos recentemente. O secundário S10 abrangeu um raio de 0,47 Km a partir do centroide de latitude 26,316942° S e longitude 48,817553° W, localizado no bairro Fátima. Este conglomerado permaneceu ativo durante 14 meses, de 25/04/2017 a 24/06/2018, contemplou 60 criadouros contra 20,35 sob a hipótese nula. O secundário S11 também foi detectado nesse bairro com um raio de 0,35 Km e centroide com latitude 26,331139° S e longitude 48,814622° W. Durou de 25/01/2018 até 24/03/2018 e contou com 16 focos do mosquito, pela hipótese nula seriam esperados 1,51 casos. Pelas datas de início e fim dos mesmos constatou-se que durante um intervalo de 2018 houve a existência concomitante dos dois no bairro, o secundário S10 localizado na fronteira norte e o secundário S11 na Sul (APÊNDICE C).

O último conglomerado recém inativo foi o secundário S21, o único pertencente ao bairro Bucarein, teve um raio de 0,33 Km e centroide de latitude 26,310058° S e longitude 48,842728° W. No período de 25/04/2018 a 24/05/2018 era esperado apenas 0,61 casos para aceitação da hipótese nula, porém foram notificados 8 focos de *Ae. aegypti*.

É interessante destacar que em alguns conglomerados o raio do agrupamento foi pequeno, por exemplo, nos secundários S17, S18, S25 e entre outros. Em termos biológicos o vetor se dispersa em áreas maiores, portanto recomenda-se uma fiscalização em um raio de no mínimo 0,30 km a partir do centroide do agrupamento.

Do ponto de vista espacial notou-se que esses quatro *clusters*, ativo e recém inativos, estão estabelecidos próximos. Por exemplo, o bairro Boa Vista e Bucarein que tem limites comuns, isso demonstra que a infestação está presente na região. Os demais agrupamentos foram históricos.

A distribuição espacial dos aglomerados demonstrou que dos 43 bairros de Joinville apenas 18 tiveram o centroide do agrupamento em seu

interior. O mais afetado foi o Bairro aventureiro com 4 conglomerados históricos; em seguida, Zona industrial norte, Fátima, Boa Vista, Boehmerwald e Itaum com 2 *clusters*; e o restante dos bairros com 1 agrupamento (Tabela 10). Confrontado com o Mapa da distribuição dos focos de *Ae. aegypti* por bairro em Joinville de janeiro de 2009 a setembro de 2018 (APÊNDICE B) que apresenta 41 bairros com presença de criadouros, a estatística *scan* através dos conglomerados significativos restringiu a atenção para 18 bairros.

Tabela 10 - Número de *clusters* detectados por bairro entre janeiro de 2009 a setembro de 2018 em Joinville-SC pela análise retrospectiva sem co-variáveis.

Bairro	Quantidade de Clusters
Anita Garibaldi	1
Aventureiro	4
Boa Vista	2
Boehmerwald	2
Bucarein	1
Centro	1
Costa E Silva	1
Fátima	2
Floresta	1
Itaum	2
Jardim Iririú	1
Jardim Paraíso	1
Jardim Sofia	1
Petrópolis	1
Pirabeiraba	1
Sao Marcos	1
Vila Nova	1
Zona Industrial Norte	2

Em relação à evolução temporal verificou-se que, em todos os anos, houve o início de novos conglomerados. No ano de 2017 o número

foi de 6 *clusters*, ou seja, a maior quantidade em um ano entre a série analisada (Tabela 9). Na sequência, encontram-se 2009 e 2012 com 4 detecções. As menores quantidades ocorreram nos anos de 2010 e 2011 com a formação de um único agrupamento em cada.

A duração variou entre 1 a 20 meses, sendo que a máxima foi observada no agrupamento secundário S3. Já o período mínimo foi detectado em 8 conglomerados, por exemplo, nos secundários S12 e S15.

Os resultados apresentados até aqui permitem constatar que o modelo de permutação espaço-temporal é capaz de determinar a distribuição dos conglomerados de *Ae. aegypti* tanto no espaço quanto no tempo, a medida que nos bairros onde houveram maior número de focos ocorreu a detecção de *clusters*, como no caso do bairro Boa Vista, que é o primeiro na questão de notificações e possui dois agrupamentos, S3 e S9, este último é o único ativo na área de estudo.

4.1.2.2 Análise retrospectiva considerando a co-variável uso do solo

Esta análise abordou a variável focos de *Ae. aegypti* associada a co-variável uso do solo para detecção de *clusters*. Desse modo, também foram identificados 26 conglomerados significativos ($p < 0,05$) (Tabela 11). A inclusão desta co-variável no modelo alterou o cenário da infestação, ou seja, oito *clusters* foram explicados em parte ou totalmente pelo uso do solo e mais dois que não tinham sido encontrados anteriormente. Além disso, a ordem dos aglomerados secundários foi alterada. Portanto, há diferenças na detecção comparada a modelagem sem a presença da co-variável (Tabela 9). Carta dos aglomerados de *Ae. aegypti* detectados pela análise retrospectiva considerando a co-variável uso do solo em Joinville-SC no período de Janeiro de 2009 a Setembro de 2018 (APÊNDICE D).

A primeira mudança foi no conglomerado secundário S3 que teve seu centroide deslocado para a latitude 26,305041° S e longitude 48,826678° W e a redução do raio para 0,42 km, bem como o número de focos observados foi de 126 contra 45,36 sob a hipótese nula. A duração do mesmo foi de 20 meses. Vale salientar que esse processo foi semelhante para o secundário S4.

Houve aglomerados que além da alteração do centroide e do raio também ocorreu mudança da ordem RVG, como no caso do secundário S5 que passou a ser secundário S8; o secundário S9 variou para S10; o secundário S19 reduziu para S16; e o secundário S25 para S24. Devido às mudanças o novo conglomerado secundário S8 deslocou-se do bairro Costa e Silva para a Zona Industrial Norte.

Tabela 11 - Aglomerados dos focos de *Ae. aegypti* detectados em Joinville-SC no período de janeiro de 2009 a setembro de 2018 pela análise retrospectiva considerando a co-variável uso do solo.

<i>Cluster</i>	Centroide / Raio (Km)	De	Até	Focos Obs.	Focos Esp.	RVG	<i>p</i> -valor
P1	26,333434 S; 48,839770 W / 0,50	25/02/2014	24/04/2015	279	82,32	155,28	1E-17
S2	26,242627 S; 48,802850 W / 0,32	25/05/2010	24/07/2011	50	5,37	67,51	1E-17
S3	26,305041 S; 48,826678 W / 0,42	25/04/2016	24/12/2017	126	45,36	49,92	1E-17
S4	26,339337 S; 48,852362 W / 0,46	25/08/2012	24/01/2014	33	3,06	48,75	1E-17
S5	26,231720 S; 48,831076 W / 0,45	25/01/2017	24/03/2017	19	1,39	32,22	1E-13
S6	26,298037 S; 48,896312 W / 0,29	25/03/2014	24/09/2014	17	1,09	30,93	7E-13
S7	26,331139 S; 48,814622 W / 0,35	25/01/2018	24/03/2018	16	1,37	24,76	2E-09
S8	26,259472 S; 48,864044 W / 0,22	25/03/2009	24/01/2010	19	2,3	23,53	7,2E-09
S9	26,363298 S; 48,836680 W / 0,44	25/01/2012	24/03/2012	14	1,04	23,52	7,3E-09
S10	26,300782 S; 48,816093 W / 0,43	25/12/2017	24/09/2018	75	30,76	23,15	1,2E-08
S11	26,316942 S; 48,817553 W / 0,47	25/04/2017	24/06/2018	60	23,03	20,86	2,0E-07
S12	26,364069 S; 48,822048 W / 0,40	25/03/2012	24/04/2012	7	0,14	20,46	3E-07
S13	26,252422 S; 48,814817 W / 0,47	25/11/2016	24/12/2016	5	0,05	18,08	7E-06
S14	26,237473 S; 48,809892 W / 0,22	25/09/2017	24/10/2017	5	0,06	17,42	2E-05
S15	26,230708 S; 48,903360 W / 0,39	25/11/2015	24/01/2016	7	0,24	16,92	3E-05
S16	26,213096 S; 48,900053 W / 0,19	25/10/2009	24/01/2010	5	0,07	16,62	4E-05
S17	26,244589 S; 48,819597 W / 0,06	25/02/2012	24/03/2012	5	0,07	16,58	4E-05
S18	26,297773 S; 48,847501 W / 0,15	25/01/2011	24/02/2011	4	0,03	15,68	1E-04
S19	26,310058 S; 48,842728 W / 0,33	25/04/2018	24/05/2018	8	0,46	15,35	2E-04
S20	26,340831 S; 48,823405 W / 0,15	25/02/2014	24/05/2014	7	0,5	11,98	1E-02
S21	26,211771 S; 48,814186 W / 0,22	25/03/2017	24/04/2017	4	0,08	11,56	0,022
S22	26,341858 S; 48,831029 W / 0,45	25/01/2013	24/05/2013	6	0,35	11,38	0,025
S23	26,259522 S; 48,807487 W / 0,41	25/01/2017	24/05/2017	8	0,79	11,37	0,025
S24	26,319863 S; 48,875005 W / 0,47	25/02/2015	24/10/2016	13	2,42	11,32	0,028
S25	26,180361 S; 48,908853 W / 0,15	25/12/2009	24/04/2010	3	0,03	11,2	0,032
S26	26,315376 S; 48,835719 W / 0,45	25/07/2012	24/08/2012	2	0	11	0,039

Outra particularidade aconteceu com os *clusters* secundários S13 e S26 (APÊNDICE C) que deixaram de existir após a inclusão da co-variável (APÊNDICE D). Além disso, aconteceu a detecção do

conglomerado secundário S25 no bairro Rio Bonito, que não existia antes da modelagem com o uso do solo, seu centroide ficou definido na latitude 26,180361° S e longitude 48,908853° W e o raio com 0,15 Km (APÊNDICE D). Entre 25/12/2009 e 24/04/2010 foram constatados 3 casos do vetor, o que refutou a hipótese nula que esperava 0,027. O secundário S26 localizou-se no bairro Bucarein com um raio de 0,45 km e centroide com latitude 26,315376° S e longitude 48,835719° W, para aceitação da hipótese alternativa o número de casos observados superou os esperados, que foi de 2 e 0,003, respectivamente (Tabela 11).

Os demais aglomerados mantiveram-se inalterados, inclusive o primário. Em relação a atividade dos recém-inativos e do ativo também continuaram iguais, a única diferença foi a alteração da ordem, como no caso do ativo, que mudou de secundário S9 para S10 (APÊNDICE D).

Para facilitar o entendimento das diferenças que ocorreram entre a análise retrospectiva sem e com a utilização da co-variável uso do solo sintetizou-se a Tabela 12, na qual encontra-se o nome dos conglomerados da análise retrospectiva, o tipo de alteração decorrida e a nova nomenclatura após a inclusão dessa co-variável.

Na questão da distribuição espacial observou-se o desaparecimento de *clusters* nos bairros Anita Garibaldi e Costa e Silva, o acréscimo de 1 no bairro Bucarein (S26), que passou a ter dois, e o surgimento de um (S25) no bairro Rio Bonito (APÊNDICE D). Portanto, o número de bairros com a presença dos aglomerados se manteve em 18. A evolução temporal continuou apontando o ano de 2017 com o maior número de detecções, que foram 6, sendo que a diferença ocorreu nos anos de 2012 e 2009, que passaram para 5 e 3 agrupamentos, respectivamente.

De modo geral, a co-variável uso do solo influenciou na identificação de 10 conglomerados, o que corresponde a 35,71% dos casos, ou seja, o uso do solo é uma co-variável que explica a detecção de conglomerados de *Ae. aegypti*.

Tabela 12 - Comparação dos conglomerados detectados na análise retrospectiva sem e com a utilização da co-variável uso do solo.

Conglomerados da análise retrospectiva sem a co-variável	Situação	Conglomerados da análise retrospectiva considerando o uso do solo
P1	Sem alteração	P1
S2	Sem alteração	S2
S3	deslocamento do centroide e redução do raio	S3
S4	deslocamento do centroide e aumento do raio	S4
S5	deslocamento do centroide e redução do raio	S8
S6	Sem alteração	S5
S7	Sem alteração	S9
S8	Sem alteração	S6
S9	redução do raio	S10
S10	Sem alteração	S11
S11	Sem alteração	S7
S12	Sem alteração	S12
S13	Extinto	Extinto
S14	Sem alteração	S15
S15	Sem alteração	S14
S16	Sem alteração	S13
S17	Sem alteração	S17
S18	Sem alteração	S18
S19	deslocamento do centroide e redução do raio	S16
S20	Sem alteração	S23
S21	Sem alteração	S19
S22	Sem alteração	S20
S23	Sem alteração	S22
S24	Sem alteração	S21
S25	Aumento do raio	S24
S26	Extinto	Extinto
Não detectado	Nova detecção	S25
Não detectado	Nova detecção	S26

4.1.2.3 Análise retrospectiva considerando a co-variável precipitação total mensal

Esta análise contemplou a variável focos de *Ae. aegypti* associada à co-variável precipitação total mensal para detecção de *clusters*, que resultou na determinação de 21 conglomerados significativos ($p < 0,05$) (Tabela 13). Em comparação com os agrupamentos localizados apenas com a variável focos do vetor, observou-se que 13 agrupamentos são explicados em parte ou totalmente pela pluviosidade total mensal e mais um que não havia sido encontrado anteriormente. Outro fato foi a alteração da ordem dos aglomerados secundários. Consequentemente, há diferenças na detecção em relação ao modelo sem esta co-variável (Tabela 9). Carta dos aglomerados de *Ae. aegypti* detectados pela análise retrospectiva considerando a co-variável precipitação total mensal em Joinville-SC no período de Janeiro de 2009 a Setembro de 2018 (APÊNDICE E).

O conglomerado primário P1 permaneceu igual. O *cluster* secundário S2 alterou a posição do centroide para a latitude 26,241001° S e longitude 48,802720° W e redução do raio para 0,28 km (APÊNDICE E). Nesta área foram detectadas 58 ocorrências no prazo de 26 meses, entre 25/05/2010 e 24/07/2012. Sob a hipótese nula, de que não existisse agrupamento, seriam esperados somente 7,23 casos. Essa ação foi similar no *cluster* secundário S5. Nos secundários S6 e S8 acrescentou-se a mudança da ordem para S8 e S13, respectivamente.

No aglomerado secundário S3 aconteceu o aumento do raio para 0,50 Km e o deslocamento do centroide para a latitude 26,305082° S e longitude 48,825816° W. O número de focos entre 25/02/2016 a 24/12/2017 foi de 141, contrariando a hipótese nula que esperava 48,65 casos. A expansão do raio também foi confirmada nos agrupamentos secundários S9 (ativo) e S15, além da redução da ordem para S7 (ativo) e S14, respectivamente (APÊNDICE E).

Com a comparação entre as cartas do APÊNDICE C e a APÊNDICE E, notou-se que a inclusão da co-variável contribuiu para a extinção de seis *clusters* secundários: S18, S20, S21, S22, S23 e S26. O secundário S21 tinha a particularidade de ser recém inativo. Nesta categoria, houve ainda a manutenção de dois conglomerados, secundário S10 e S11, que reduziram para as ordens S9 e S10 (APÊNDICE E). O agrupamento ativo prosseguiu com sua atividade, porém declinou da ordem S9 para secundário S7. Os demais continuaram sendo históricos.

No bairro Jarivatuba ocorreu a detecção de um novo aglomerado secundário S19, posicionado na latitude 26,339070° S e longitude

48,809094° W abrangendo um raio de 0,46 km. De 25/07/2015 a 24/01/2016 foram encontrados 4 focos de *Ae. aegypti* contra 0,085 da hipótese nula.

Tabela 13 - Aglomerados dos focos de *Ae. aegypti* detectados em Joinville-SC no período de janeiro de 2009 a setembro de 2018 pela análise retrospectiva com a co-variável precipitação total mensal.

<i>Cluster</i>	Centroide / Raio (Km)	De	Até	Focos Obs.	Focos Esp.	RVG	<i>p-valor</i>
P1	26,333434 S; 48,839770 W / 0,50	25/02/2014	24/03/2015	277	84,25	147,9	1E-17
S2	26,241001 S; 48,802720 W / 0,28	25/05/2010	24/07/2012	58	7,23	70,68	1E-17
S3	26,305082 S; 48,825816 W / 0,50	25/02/2016	24/12/2017	141	48,65	60,1	1E-17
S4	26,340529 S; 48,851849 W / 0,41	25/08/2012	24/01/2014	33	4,09	40,23	1E-16
S5	26,262253 S; 48,867136 W / 0,44	25/03/2009	24/01/2010	24	2,39	33,9	1E-13
S6	26,363298 S; 48,836680 W / 0,44	25/01/2012	24/03/2012	14	0,6	30,82	4E-12
S7	26,298570 S; 48,818130 W / 0,49	25/01/2017	24/09/2018	99	44,67	25,29	2E-09
S8	26,234545 S; 48,832264 W / 0,30	25/10/2016	24/04/2017	26	5,05	21,79	1E-07
S9	26,316942 S; 48,817553 W / 0,47	25/04/2017	24/06/2018	60	23,84	19,58	2E-06
S10	26,331139 S; 48,814622 W / 0,35	25/01/2018	24/03/2018	16	2,22	17,87	1E-05
S11	26,230708 S; 48,903360 W / 0,39	25/11/2015	24/02/2016	8	0,38	16,78	5E-05
S12	26,252422 S; 48,814817 W / 0,47	25/11/2016	24/12/2016	5	0,07	16,32	8E-05
S13	26,298037 S; 48,896312 W / 0,15	25/03/2014	24/04/2014	12	1,31	15,94	0,0001
S14	26,237021 S; 48,809861 W / 0,27	25/09/2017	24/10/2017	5	0,08	15,93	0,0001
S15	26,248765 S; 48,906779 W / 0,39	25/11/2009	24/02/2011	14	1,91	15,86	0,0001
S16	26,214755 S; 48,900534 W / 0,25	25/10/2009	24/11/2009	4	0,05	13,78	0,0015
S17	26,364069 S; 48,822048 W / 0,40	25/03/2012	24/04/2012	7	0,39	13,54	0,002
S18	26,244589 S; 48,819597 W / 0,06	25/02/2012	24/03/2012	5	0,15	12,82	0,0045
S19	26,339070 S; 48,809094 W / 0,46	25/07/2015	24/01/2016	4	0,09	11,47	0,023
S20	26,211771 S; 48,814186 W / 0,22	25/03/2017	24/04/2017	4	0,09	11,26	0,027
S21	26,319863 S; 48,875005 W / 0,03	25/02/2015	24/07/2015	5	0,22	10,86	0,038

Para facilitar o entendimento das diferenças que ocorreram entre a análise retrospectiva sem e com a utilização da co-variável precipitação total mensal sintetizou-se a Tabela 14, na qual encontra-se o nome dos

conglomerados da análise retrospectiva, o tipo de alteração decorrida e a nova nomenclatura após a inclusão dessa co-variável.

Tabela 14 - Comparação dos conglomerados detectados na análise retrospectiva sem e com a utilização da co-variável precipitação total mensal.

Conglomerados da análise retrospectiva sem a co-variável	Situação	Conglomerados da análise retrospectiva considerando a Precipitação total mensal
P1	Sem alteração	P1
S2	Deslocamento do centroide e redução do raio	S2
S3	Deslocamento do centroide e aumento do raio	S3
S4	Sem alteração	S4
S5	Deslocamento do centroide e redução do raio	S5
S6	Deslocamento do centroide e redução do raio	S8
S7	Sem alteração	S6
S8	Redução do raio	S13
S9	Deslocamento do centroide e aumento do raio	S7
S10	Sem alteração	S9
S11	Sem alteração	S10
S12	Sem alteração	S17
S13	Sem alteração	S15
S14	Sem alteração	S11
S15	Deslocamento do centroide e aumento do raio	S14
S16	Sem alteração	S12
S17	Sem alteração	S18
S18	Extinto	Extinto
S19	Sem alteração	S16
S20	Extinto	Extinto
S21	Extinto	Extinto
S22	Extinto	Extinto
S23	Extinto	Extinto
S24	Sem alteração	S20
S25	Sem alteração	S21
S26	Extinto	Extinto
Não detectado	Nova detecção	S19

A quantidade de bairros com a presença de *clusters* reduziu para 13, sendo extintos os aglomerados secundários dos bairros Anita Garibaldi, Bucarein, Centro, Costa e Silva, Jardim Iririú e Petrópolis. Na Zona Industrial Norte foi acrescentado um agrupamento (S5) e no Itaum uma extinção. Por fim, houve o aparecimento de um aglomerado (S19) no bairro Jarivatuba (APÊNDICE E). Os demais bairros não se diferenciaram da situação anterior (Tabela 10), ao passo que o Aventureiro continuou sendo o mais afetado em quantidade de agrupamentos.

Em relação a componente temporal verificou-se que não ocorreu o início de conglomerados em 2011 e 2013. Outra diferença foi em 2017, que compartilhou os maiores índices com o ano de 2012, computando quatro agrupamentos em ambos (Tabela 13).

No contexto pode-se afirmar que a precipitação total mensal explicou 14 *clusters*, ou seja, foi responsável por 51,85% das detecções em Joinville entre janeiro de 2009 a setembro de 2018.

4.1.2.4 Análise prospectiva sem co-variáveis

Diferente dos procedimentos anteriores, a análise prospectiva detecta apenas *clusters* ativos. Nesse sentido, na cidade de Joinville-SC entre janeiro de 2009 a setembro de 2018 foram localizados 7 conglomerados significativos ($p < 0,05$) que estavam em atividade (Tabela 15). A espacialização dos resultados foi através da Carta dos aglomerados ativos de *Ae. aegypti* detectados pela análise prospectiva em Joinville-SC no período de Janeiro de 2009 a Setembro de 2018 (APÊNDICE F).

Tabela 15 - Aglomerados ativos dos focos de *Ae. aegypti* detectados em Joinville-SC no período de janeiro de 2009 a setembro de 2018 pela análise prospectiva sem co-variáveis.

<i>Cluster</i>	Centroide / Raio (Km)	De	Até	Focos Obs.	Focos Esp.	RVG	<i>p</i> -valor
P1	26,305024 S; 48,827940 W / 0,49	25/04/2016	24/09/2018	201	102,38	39,83	1,0E-17
S2	26,300782 S; 48,816093 W / 0,47	25/12/2017	24/09/2018	78	28,05	30,52	6,3E-13
S3	26,316942 S; 48,817553 W / 0,47	25/04/2017	24/09/2018	63	22,85	24,19	7,3E-10
S4	26,331347 S; 48,814037 W / 0,48	25/01/2018	24/09/2018	28	7,28	17,11	1,9E-06
S5	26,237258 S; 48,831373 W / 0,49	25/10/2016	24/09/2018	56	25,5	13,8	7,7E-05
S6	26,327625 S; 48,837574 W / 0,49	25/09/2014	24/09/2018	204	147,34	10,67	0,0025
S7	26,310058 S; 48,842728 W / 0,33	25/04/2018	24/09/2018	8	1,14	8,72	0,025

O aglomerado primário P1 foi localizado no bairro Boa Vista, centrado na latitude 26,305024° S e longitude 48,827940° W com um raio de 0,49 km. A infestação iniciou em 25/04/2016 e esteve ativa até 24/09/2018, que foi a data final do estudo, o que aponta a duração de 29 meses. Nesse tempo foram notificados 201 focos de *Ae. aegypti*. Sob a hipótese nula, de que não existisse agrupamento, seriam esperados 102,38 casos. O *p-valor* para esse conglomerado, obtido a partir de 999 simulações pelo método de Monte Carlo, foi igual a 1×10^{-17} . Como o valor resultante é menor que 0,05, a hipótese nula de não existência do *cluster* primário foi rejeitada, isso indica que o valor foi significativo. O valor da estatística RVG foi de 39,83 denotando a característica do aglomerado primário. A significância dos conglomerados secundários também seguiu o mesmo método.

A distribuição espacial dos *clusters* ficou do seguinte modo: o primário P1 e o secundário S2 situados no bairro Boa Vista; os secundários S3 e S4 no bairro Fátima; os secundários S6 e S7 nos bairros Itaum e Bucarein, respectivamente; e o secundário S5 posicionado no bairro Jardim Sofia, que é o único distante dos demais (APÊNDICE F). Comparado com o mapa do APÊNDICE B que apontava 40 bairros com a presença de focos, a estatística *Scan* através da análise prospectiva os agrupou em *clusters* reduzindo o número de bairros que necessitam de atenção para sete, sendo que seis estão localizados bem próximos, o que define que a infestação ativa está concentrada em uma pequena parte da cidade.

Enquanto a zona urbana municipal de Joinville abrange uma área de 21.056,65 ha, a infestação ativa está restrita a 475,42 ha, o que corresponde a 2,27% do território urbano. Supondo que o poder público tomasse a decisão de realizar um mutirão para eliminação de focos em áreas precárias, o monitoramento pela hierarquização dos aglomerados se tornaria mais viável, em termos da qualidade do serviço e do número de pessoas que estariam envolvidas em tal ação.

A análise temporal mostrou que no ano de 2014 houve a formação do conglomerado secundário S6. Em 2015 não houve início de agrupamentos, a situação se manteve constante com apenas um ativo. No ano seguinte houve a origem do primário P1 e do secundário S5. Em 2017 a situação se agravou com o desenvolvimento de mais dois aglomerados, os secundários S2 e S3. Por fim, em 2018 o acréscimo de mais dois, os secundários S4 e S7, totalizando sete agrupamentos em atividade.

Outra característica da infestação foi a duração dos *clusters* ativos, sendo que a maior foi de 49 meses do secundário S6, e a menor de 5 meses do secundário S7 (Tabela 15). Isso aponta que os agrupamentos estão se mantendo ativos mesmo com a sazonalidade observada no Gráfico 3. Por exemplo, embora tenha ocorrido uma redução na identificação de focos de *Ae. aegypti* entre abril e setembro de 2015, não foi o suficiente para eliminação do conglomerado secundário 6, que se manteve em atividade até o fim da pesquisa.

4.1.2.5 Comparação entre a análise retrospectiva e a prospectiva

Em termos gerais, ocorreu diferença no número de aglomerados ativos localizados. Enquanto na análise retrospectiva constatou-se um ativo e três recém inativos, na prospectiva detectou-se sete *clusters* em atividade.

Ao realizar a correspondência entre os agrupamentos das duas abordagens se observou que o secundário S3 da retrospectiva tinha limites iguais ao primário da prospectiva, porém houve divergências quanto a atividade, cuja era histórica na primeira e passou para ativa na segunda (Tabela 16). O secundário S9 que era o único ativo da retrospectiva compartilhou o mesmo perímetro e atividade com o secundário S2 da prospectiva. Os secundários S10 e S21 que tinham recém encerrado sua atividade em 2018 na retrospectiva foram ativos e identificados como secundários S3 e S7 na prospectiva, respectivamente.

Tabela 16 - Comparação entre os resultados das análises retrospectiva e prospectiva.

Análise retrospectiva		Análise prospectiva
Ordem	Atividade	Ordem
Secundário 3	Histórico	Primário
Secundário 9	Ativo	Secundário 2
Secundário 10	Recém inativo	Secundário 3
Sem correspondência		Secundário 4
Sem correspondência		Secundário 5
Sem correspondência		Secundário 6
Secundário 21	Recém inativo	Secundário 7

O aglomerado hierarquizado como secundário S4 no procedimento prospectivo, englobou o secundário S11 do retrospectivo, porém no

último a atividade havia sido recém encerrada. Os secundários S5 e S6 do prospectivo interceptaram parte dos limites do secundário S6 e do primário P1 do retrospectivo, respectivamente, além da atividade dos dois últimos que era histórica.

Embora tenha ocorrido algumas diferenças de posicionamento entre as duas análises, os aglomerados detectados em ambas, apontam a atenção para a mesma região, com destaque para os bairros: Boa Vista, Fátima, Itaum e Bucarein.

4.2 ANÁLISES

Considerando o contexto da infestação no município de Joinville entre janeiro de 2009 e setembro de 2018 destaca-se que a utilização da estatística *Scan* determinou que os conglomerados de *Ae. aegypti* na cidade são significativos ao nível de 5% de probabilidade, tanto os históricos quanto os ativos.

Nesse sentido, verificou-se a importância das cartas como instrumento de visualização científica, mais especificamente, devido a sua capacidade de representar os conglomerados do *Ae. aegypti*, ou seja, as áreas onde a concentração do fenômeno foi mais intensa (SILVA, 2013). Para tanto, a arte do documento cartográfico foi indispensável para a transmissão desta informação, simplificando o seu entendimento aos usuários (MARTINELLI, 2014). A questão da privacidade dos dados não permitiu a elaboração de cartas em escalas maiores, contudo, na execução prática do método isso é possível, e aliado ao SIG, servirá de orientação aos agentes sanitários nas atividades de fiscalização.

A interligação do método de varredura de Kulldorff et al. (2005) com a base do CTM foi essencial para o estudo, porque auxiliou na gestão da infestação a nível de bairros e lotes, salientando por exemplo: o histórico de focos nos imóveis, a ordenação dos mesmos de acordo com quantidade de criadouros positivos, as datas iniciais e finais das notificações e entre outros.

O uso da estatística *Scan* para o estudo da evolução espaço-temporal do mosquito demonstrou-se útil, pois restringiu e hierarquizou agrupamentos na área de varredura, tornando a atividade de vigilância mais viável, comparada ao tamanho da zona urbana municipal. Ainda, identificou o início e a extinção dos *clusters* nos bairros.

A influência do uso do solo na formação de agrupamentos apontou que uma fração desses é explicada pela co-variável, sendo que as classes comercial e residencial dominaram as estatísticas comparada às demais. Esse padrão pode estar fundamentado na relação antropofílica do *Ae.*

aegypti, conforme evidenciou Silva (2017), pois a fêmea prefere alimentar-se de sangue humano em detrimento ao sangue de outras espécies. Por outro lado, deve-se considerar os problemas oriundos da urbanização acelerada, como o descarte irregular de resíduos sólidos. Já que o estudo de Araujo e Gouveia (2017) constatou que mesmo Joinville possuindo um sistema de gestão de recursos sólidos em estágio avançado, quanto ao atendimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), foram identificados diversos descartes em locais inadequados por descaso dos habitantes entre 2010 a 2014, sendo que isso é um agravante na questão da proliferação do inseto no município.

De fato, a pluviosidade é uma co-variável importante para o estudo do aumento dos criadouros do *Ae. aegypti*, à medida que, aproximadamente, metade dos conglomerados da análise retrospectiva foram explicados pela precipitação total mensal. Essa influência foi confirmada com as constatações de Ajuz e Vestena (2014) e Magalhães e Zanella (2015). No caso de Joinville esse alerta é maior devido ao seu regime de chuvas abundante, com as médias de precipitação anual de 2.130,1 mm e mensal de 183,6 mm (MELLO; OLIVEIRA, 2016). Todavia, verificou-se que o maior número de focos não teve ligação direta com o excesso de chuvas, e sim que existe uma faixa de precipitação ideal em que o mosquito consegue se desenvolver.

Ainda assim é interessante que se utilize o modelo sem co-variáveis para o combate do *Ae. aegypti*, devido à grande quantidade de *clusters* detectados sem explicação das duas co-variáveis avaliadas e dos diversos fatores ambientais e sociais que podem estar associados ao desenvolvimento do vetor (MENDES, 2016).

Avaliando os tamanhos da janela temporal e da série abordada, as pequenas diferenças encontradas entre as análises retrospectiva e prospectiva são normais, já que o funcionamento destas por si só já é diferente, o processo de varredura do intervalo de tempo da prospectiva considera a informação dos intervalos anteriores (KULLDORFF, 2001). Ademais, as mesmas são utilizadas para fins distintos, enquanto a última é voltada para a detecção de *clusters* emergentes, a retrospectiva visa o esclarecimento dos fenômenos ao longo do tempo (SILVA, 2016). Contudo, ambas análises definiram que a infestação está ativa no bairro Boa vista e seu entorno, portanto é uma região prioritária de intervenção por parte do poder público municipal.

Segata (2018) questionou a aplicabilidade das tecnologias digitais e seus benefícios no combate ao vetor, afirmando que a utilização de *softwares* com esta finalidade, produzem periferias morais e geográficas que segregam o espaço municipal e que as relações humano-animal

devem ser respeitadas para o desenvolvimento de estratégias de controle. Em contrapartida, Barbosa et al. (2017) constatou que o uso da estatística *Scan* em Natal-RN minimizou os impactos da epidemia de 2015, já que o número de casos notificados foi menor que o das anteriores. Na prática, a utilização da estatística *Scan* de Kulldorff et al. (2005) em Joinville mostrou que os parâmetros espaciais e temporais são maleáveis no *SATSCAN* 9.6, e permitem a inclusão de co-variáveis diversas, buscando gerar resultados próximos da realidade local. Ou seja, o método deve ser utilizado para nortear a tomada de decisões, observando o contexto da infestação e associado a outros campos do conhecimento.

5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

A necessidade do aperfeiçoamento dos métodos de controle de *Ae. aegypti* aplicados em Joinville é uma questão que demanda atenção, pois houve o aumento do número de focos registrados ao decorrer dos anos. Nesse sentido, esta dissertação atingiu o objetivo de aplicar o modelo espaço-temporal de Kulldorff et al. (2005) para identificação dos conglomerados deste vetor na cidade ao nível de significância de 5%, hierarquizando-os conforme a prioridade de intervenção.

Pela análise retrospectiva delimitou-se 26 conglomerados na zona urbana entre janeiro de 2009 a setembro de 2018, sendo que apenas 1 permaneceu ativo até o término do estudo. Esse agrupamento localizou-se no bairro Boa vista e mostra a necessidade de ações para reverter essa situação. O bairro aventureiro possui o maior número de aglomerados para o período da pesquisa, porém todos agrupamentos eram históricos. Os *clusters* permaneceram ativos mesmo em condições ambientais desfavoráveis, ou seja, a sazonalidade encontrada nos dados da infestação não influenciou na formação dos agrupamentos. Parte desses conglomerados encontrados durante esse intervalo foram explicados pelo uso do solo dos imóveis e mais da metade esteve relacionado com a precipitação total mensal. Assim, o modo retrospectivo foi interessante para compreensão do contexto geral do objeto de estudo.

A utilização da análise prospectiva detectou 7 aglomerados ativos e concentrados na região composta pelo bairro Boa Vista e sua vizinhança, somente o bairro Jardim Sofia que está distante dos demais. Diante disso, a abordagem prospectiva demonstrou-se eficaz para a determinação de surtos emergentes, destacando-se como um instrumento importante para evitar epidemias drásticas.

A estatística de varredura de Kulldorff et al. (2005) é uma técnica de baixo custo, não necessita de recursos humanos e materiais em excesso e utiliza dados de fácil obtenção ou até que já compõem a série municipal. Portanto é um procedimento aplicável a todas as cidades catarinenses, sendo adaptável conforme as particularidades de cada município, ampliando assim, a sua atuação para outros estados.

Através deste estudo salientou-se a relevância do cadastro territorial multifinalitário para a saúde pública, visto que a estrutura dos dados cadastrais é a mesma do que a de outros fins (econômicos, físicos e jurídicos), o que não representa custos adicionais, pelo contrário, agrega valor devido a infinidade de informações que podem ser extraídas para auxiliar o controle do inseto. O uso do CTM para esta função ratifica as

recomendações do PNCD, pois através do gerenciamento do espaço municipal, permite controlar a responsabilidade dos moradores pela limpeza dos lotes, serve de amparo ao poder público na eliminação dos criadouros nos imóveis e possibilita verificar a destinação correta de resíduos sólidos.

Contudo a proposta inicial de georreferenciamento dos criadouros do vetor a partir da carta cadastral ficou limitada por causa da desatualização dos dados cadastrais originados em 2010, sendo necessária a adaptação do método para o alcance dos objetivos. Outro impasse foi condicionado à falta de padronização dos registros na tabela descritiva dos focos, em que um mesmo imóvel possuía o endereço informado de modos diferentes, ou a presença de erros e falhas nas descrições. Esses fatos dificultaram a localização dos mesmos, aumentando o tempo de preparação da base para aplicação do procedimento. Na maioria dos casos em que foi preenchido o campo complemento, a identificação espacial da propriedade ocorreu facilmente.

Verificou-se que os resultados do método são sensíveis as configurações informadas no *software*, por isso é importante que, antes da execução, as mesmas estejam bem definidas e apoiadas na literatura, pois a delimitação dessas por tentativas pode gerar resultados incertos.

Para trabalhos futuros recomenda-se a inclusão de novas co-variáveis no modelo espaço-temporal e verificar a influência dessas nos aglomerados. Dentre os diversos fatores envolvidos, seria interessante avaliar o efeito da temperatura média do ar nos índices de infestação. A introdução de dados socioeconômicos na estatística também é um ponto a ser considerado, já que possibilitaria a análise dos surtos relacionada às questões sociais das pessoas e suas habitações. Outro estudo pertinente seria a utilização prática da estatística *Scan*, com o monitoramento da expansão dos focos em campo baseado na hierarquização dos *clusters* e, na sequência, comparar os resultados do método com as séries de focos anteriores.

No contexto, a pesquisa apontou a necessidade de intervenção do poder público para reduzir os números da infestação. Assim, a estatística *scan* enquadra-se como uma ferramenta em potencial para cumprir esta função, que deve ocorrer através de uma atuação multisetorial das secretarias municipais. Entretanto, a técnica servirá de apoio para o processo de tomada de decisões da prefeitura, sendo necessário ainda, o relacionamento com outras tecnologias e o engajamento dos habitantes no combate ao *Ae. aegypti*, pois apenas assim os resultados alcançados serão bem sucedidos.

REFERÊNCIAS

AJUZ, L. C; VESTENA, L. R. Influência da Pluviosidade e Temperatura Ambiente na Longevidade e Fecundidade dos *Aedes aegypti* e *albopictus* na Cidade de Guarapuava-PR e Possibilidade de Superinfestação. **Hygeia**, Uberlândia, v. 10, n. 18, p.1-18, jul. 2014. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/19688>>. Acesso em: 25 jan. 2019.

AMORIM, A. et al. **Cadastro e gestão territorial**: Uma visão luso-brasileira para a implementação de sistemas de informação cadastral nos municípios. São Paulo: Unesp Digital, 2018. 131 p.

ANDION, C. Contribuições do Debate sobre Desenvolvimento Territorial Sustentável para a Efetividade da Gestão Municipal. **Política & Sociedade**, [s.l.], v. 8, n. 14, p.181-209, 6 out. 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5007/2175-7984.2009v8n14p181>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

ARAÚJO, A. de; GOUVEIA, V. Problemática do Descarte Irregular de Resíduos Sólidos no Município de Joinville-SC. In: FÓRUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 8., 2017, Curitiba. **Resíduos Sólidos e Recursos Hídricos**. Curitiba: Instituto Venturi, 2017. p. 1 - 10. Disponível em: <<http://www.institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/article/view/271>>. Acesso em: 05 fev. 2019.

ARAÚJO, T. C. **Extensão da estatística Scan para detecção de conglomerados espaço-temporais em dados com excesso de zeros**. 2012. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Estatística, UNB, Brasília, 2012. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/12804>>. Acesso em: 13 fev. 2019.

AYUBI, E. et al. Spatial Modeling of Cutaneous Leishmaniasis in Iranian Army Units During 2014-2017 Using a Hierarchical Bayesian Method and the Spatial Scan Statistic. **Epidemiology And Health**, [s.l.], v. 40,

p.1-9, 13 jul. 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4178/epih.e2018032>>. Acesso em: 23 fev. 2019.

BALIEIRO, A. A. da S. et al. 2009, Natal. **O Uso do Sensoriamento Remoto e da Estatística de Varredura (Scan) na Detecção e Quantificação em Significância de Agrupamentos de Desmatamento no Sul da Amazônia**. Natal: Anais XIV Simpósio de Sensoriamento Remoto, 2009. 7 p. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.22.40.35/doc/5359-5365.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2019.

BALIEIRO, A. A. S. **Detecção de conglomerados dos alertas de desmatamentos no Estado do Amazonas usando estatística de varredura espaço-temporal**. 2008. 87 f. Dissertação (Mestrado em Estatística Aplicada e Biometria) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.

BARBOSA, A. **Estudos Preliminares sobre o Campo Térmico de Joinville - SC**. 2009. 87 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2009.

BARBOSA, I. R. et al. Identificação de áreas prioritárias para a vigilância e controle de dengue e outras arboviroses transmitidas pelo *Aedes aegypti* no município de Natal-RN: relato de experiência. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, [s.l.], v. 26, n. 3, p.629-638, jul. 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5123/s1679-49742017000300020>>. Acesso em: 13 fev. 2019.

BESERRA, E. B. et al. Ciclo de vida de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Diptera, Culicidae) em águas com diferentes características. **Iheringia. Série Zoologia**, [s.l.], v. 99, n. 3, p.281-285, set. 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0073-47212009000300008>>. Acesso em: 11 jan. 2019.

BESERRA, E. B. et al. Efeito da Qualidade da Água no Ciclo de Vida e na Atração para Oviposição de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae).

Neotropical Entomology, [s.l.], v. 39, n. 6, p.1016-1023, nov. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ne/v39n6/v39n6a26.pdf>>. Acesso em: 27 jan. 2019.

BRASIL. **Casos de Dengue. Brasil, Grandes Regiões e Unidades Federadas**. 1990 a 2016. 2017a. Disponível em: <<http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2017/fevereiro/10/Dengue-classica-ate-2016.pdf>> Acesso em: 16 ago. 2018.

_____. FUNASA. **Dengue instruções para pessoal de combate ao vetor**: manual de normas técnicas. 3. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2001. p 84.

_____. Fundação Nacional de Saúde. **Plano nacional de controle da dengue**. Brasília: Ministério da Saúde, 2002.

_____. **Guia de Vigilância de Epizootias em Primatas não Humanos e Entomologia Aplicada à Vigilância da Febre Amarela**. Brasília: Ministério da Saúde, 2014b. 99 p.

_____. Ministério da Saúde. **Boletim Epidemiológico**. 2017b. Disponível em: <http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/PDF/2017/novembro/28/2017_039.pdf> Acesso em: 21 ago. 2018.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Monitoramento dos casos de dengue até a semana epidemiológica 41 e febre de chikungunya até a semana epidemiológica 15 de 2015. **Boletim Epidemiológico**, [s.l.], v. 46, n. 15, 2015a.

_____. Monitoramento dos casos de dengue até a semana epidemiológica 41 e febre de chikungunya até a semana epidemiológica 42 de 2014. **Boletim Epidemiológico**, [s.l.], v. 45, n. 26, 2014a.

_____. Portaria Nº 511, de 8 de dezembro de 2009. Portaria do Ministério das Cidades: **Diretrizes para a criação, instituição e atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) nos municípios brasileiros**. 2009. p. 75.

BRASIL. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Preparação e resposta à introdução do o vírus Chikungunya no Brasil**. Brasília: Ministério da Saúde, 2014c. 100 p.

_____. **Vigilância em Saúde: Ações inovadoras e resultados: gestão 2011 a 2014**. Brasília, 2015b.

BROWN, J. E. et al. Human Impacts Have Shaped Historical and Recent Evolution In *Aedes aegypti*, the Dengue and Yellow Fever Mosquito. **Evolution**, [s.l.], v. 68, n. 2, p.514-525, 23 out. 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/evo.12281>>. Acesso em: 16 jan. 2019.

BURROUGH, P. A. et al. **Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment**. 3. ed. United Kingdom: Oxford, 2015. 193 p.

BUSATO, M. A et al. Evolução da Infestação por *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) nos Municípios do Oeste do Estado de Santa Catarina. **Saúde Pública SC**, Florianópolis, v. 7, n. 2, p.107-118, ago. 2014. Disponível em:

<<https://www.unochapeco.edu.br/static/data/portal/downloads/2739.pdf>>. Acesso em: 19 fev. 2019.

CÂMARA, G. et al. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. 345 p.

CAMPOS, F. G. de et al. Distribuição espacial dos idosos de um município de médio porte do interior paulista segundo algumas características sócio-demográficas e de morbidade. **Cadernos de Saúde Pública**, [s.l.], v. 25, n. 1, p.77-86, jan. 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0102-311x2009000100008>>. Acesso em: 12 dez. 2018.

CARDOSO, C. W. et al. Outbreak of Exanthematous Illness Associated with Zika, Chikungunya, and Dengue Viruses, Salvador, Brazil. **Emerging Infectious Diseases**, [s.l.], v. 21, n. 12, p.2274-2276, dez.

2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3201/eid2112.151167>>. Acesso em: 15 jan. 2019.

CARDOSO, J. C. et al. Novos registros e potencial epidemiológico de algumas espécies de mosquitos (Diptera, Culicidae), no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Minas Gerais, v. 43, n. 5, p. 552-556, set./out. 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0037-86822010000500016>>. Acesso em: 12 fev. 2019.

CARVALHO, A. P. T. **Perfil Epidemiológico da Dengue e seus Determinantes no Município de Uberlândia nos Anos de 2011 a 2015**. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Saúde Ambiental, UFU, Uberlândia, 2017. Disponível em: <<http://repositorio.ufu.br/handle/123456789/20983>>. Acesso em: 15 jan. 2019.

CHARREL, R. N. et al. Globalization of Chikungunya: 10 years to invade the world. **Clinical Microbiology And Infection**, [s.l.], v. 20, n. 7, p.662-663, jul. 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/1469-0691.12694>>. Acesso em: 25 jan. 2019.

CHAVES, T. S. S. et al. Travelers as Sentinels for Chikungunya Fever, Brazil. **Emerging Infectious Diseases**, [s.l.], v. 18, n. 3, p.529-530, mar. 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3201/eid1803.110838>>. Acesso em: 20 out. 2018.

CIRINO, S. et al. Modelo não Linear de Localização de Instalações de Serviços de Saúde com Indicador de Acessibilidade Incorporado. **Cadernos de Saúde Pública**, [s.l.], v. 34, n. 3, p.1-12, 26 mar. 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0102-311x00185615>>. Acesso em: 15 dez. 2018.

CLEMENTS, A. N. **The biology of mosquitoes**. v.2. London: Chapman & Hall, 1999.

CUNHA, E. M. P.; ERBA, D. A. **Manual de Apoio – CTM**: Diretrizes para a criação, instituição e atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário nos municípios brasileiros. Brasília: Ministério das Cidades, 2010.

DEGALLIER, N. et al. New entomological and virological data on the vectors of sylvatic yellow fever in Brazil. **Ciência e Cultura**, [s.l.], v. 44, n. 2/3, p. 136-142, 1992.

DICK, Olivia Brathwaite et al. The History of Dengue Outbreaks in the Americas. **The American Journal Of Tropical Medicine And Hygiene**, [s.l.], v. 87, n. 4, p.584-593, 3 out. 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4269/ajtmh.2012.11-0770>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

EDMAN, J. et al. *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) movement influenced by availability of oviposition sites. **J Med Entomol**, [s.l.], v. 35, n. 4, p. 578-583, 1998.

ESMERALDO, M. A. **Bioprodutos derivados de biomassa vegetal no combate ao mosquito transmissor da dengue - *Aedes aegypti***. 2016. 117 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) -Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

FAUCI, A. S.; MORENS, D. M. Zika Virus in the Americas — Yet Another Arbovirus Threat. **New England Journal Of Medicine**, [s.l.], v. 374, n. 7, p.601-604, 18 fev. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1056/nejmp1600297>>. Acesso em: 12 nov. 2018.

FERREIRA, L. M. et al. Técnicas da Estatística Espacial na Análise de Dados de Áreas no Estudo da Dengue. **UNIVAP**, Lavras, v. 24, n. 44, p.13-27, jan. 2018. Disponível em: <<https://revista.univap.br/index.php/revistaunivap/article/view/1920>>. Acesso em: 15 jan. 2019.

FIGUEIRÓ, A. C. et al. Análise da lógica de intervenção do Programa Nacional de Controle da Dengue. **Revista Brasileira de Saúde Materno**

Infantil, Recife, v. 10, n. 1, p.93-106, nov. 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1519-38292010000500009>>. Acesso em: 12 fev. 2019.

FLAUZINO, R. F. et al. Dengue, geoprocessamento e indicadores socioeconômicos e ambientais: um estudo de revisão. **Revista Panam Salud Publica/Pan Am J Public Health**, [s.l.], v. 25, n. 5, p.456-461, 2009.

FORATTINI, O. P. **Culicidologia médica**. São Paulo: Edusp, 2002. v. 2.

_____. **Entomologia Médica**. v.2. São Paulo: EdUSP, 1965.

FREITAS, R. M.; OLIVEIRA, R. L. Presumed unconstrained dispersal of *Aedes aegypti* in the city of Rio de Janeiro. Brasil, **Revista de Saúde Pública**. São Paulo, v. 1, n. 43, p. 8-12, 2009.

FURUYA-KANAMORI, L. et al. Co distribution an co infection of chikungunya and dengue viruses. **BMC Infections Disease**, [s.l.], v. 16, n.84, 2016. Disponível em <<https://bmcinfectdis.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12879-016-1417-2>>. Acesso em 07 ago. 2018.

GAUTRET, P; SIMON, F. Dengue, Chikungunya and Zika and Mass Gatherings: What Happened in Brazil, 2014. **Travel Medicine And Infectious Disease**, [s.l.], v. 14, n. 1, p.7-8, jan. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.tmaid.2015.12.004>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

GOMES, R. G. S. **Epidemiologia das Cardiopatias Congênitas e a Influência de Fatores Sócio-Ambientais no Estado da Paraíba**. 2016. 96 f. Tese (Doutorado) - Curso de Biologia Aplicada à Saúde, UFPE, Recife, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/28083>>. Acesso em: 15 jan. 2019.

GUBLER, D. J. Dengue, urbanization and globalization: the unholy trinity of the 21st century. **Tropical Medicine and Health**, [s.l.], v. 39, n. 4, p. 3-11, 2011.

HELBICH, M; LEITNER, M. Evaluation of Spatial Cluster Detection Algorithms for Crime Locations. **Challenges At The Interface Of Data Analysis, Computer Science, And Optimization**, [s.l.], p.193-201, 2012. Springer Berlin Heidelberg. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-24466-7_20. Acesso em 07 ago. 2018.

HERRERA-BASTO, E. et al., First reported outbreak of classical dengue fever at 1,700 meters above sea level in Guerrero, State Mexico, June 1988. **Am. J. Trop. Med. Hyg.**, [s.l.], v.46, p. 649-653, 1992.

HONÓRIO, N. A. et al. Chikungunya: uma arbovirose em estabelecimento e expansão no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, [s.l.], v. 31, n. 5, p. 906 -908, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **IBGE Cidades: Território e Ambiente**. 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/joinville/panorama>>. Acesso em: 26 ago. 2018.

_____. **IBGE Cidades: Economia**. 2015. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/joinville/panorama>>. Acesso em: 27 ago. 2018.

JANSEN, C. C.; BEEBE, N.W. The dengue vector *Aedes aegypti*: what comes next. **Microbes And Infection**, [s.l.], v. 12, n. 4, p.272-279, abr. 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.micinf.2009.12.011>>. Acesso em: 17 fev. 2019.

JOINVILLE. **Diagnóstico Socioambiental**. 2. ed. Joinville: PMJ, 2016. 155 p. Disponível em: <<https://www.joinville.sc.gov.br/wp-content/uploads/2016/07/%C3%81rea-urbana-consolidada-de-Joinville->

Volume-II-Diagn%C3%B3stico-socioambiental.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2018.

JOINVILLE. Secretaria de Planejamento Urbano e Desenvolvimento Sustentável. **Joinville Cidade em Dados 2017**. Joinville, 2017. 73 p. Disponível em: <<https://www.joinville.sc.gov.br/wp-content/uploads/2016/01/Joinville-Cidade-em-Dados-2017.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

JUNG, I. et al. A Spatial Scan Statistic for Multinomial Data. **Statistics In Medicine**, [s.l.], v. 29, n. 18, p.1910-1918, maio 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1002/sim.3951>>. Acesso em: 10 dez. 2018.

KAQUI, R. L. **Uma Estatística de Varredura Espacial para Dados de Contagem com Censura**. 2016. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Estatística, UnB, Brasília, 2016. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/23067/3/2016_RobertoLazart_eKaqui.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2019.

KRAEMER, M. U. G. et al. The global compendium of *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* occurrence. **Scientific Data**, [s.l.], v. 2, p.1-8, 7 jul. 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1038/sdata.2015.35>>. Acesso em: 06 jan. 2019.

KULLDORFF, M. A spatial scan statistic. **Communications In Statistics - Theory And Methods**, [s.l.], v. 26, n. 6, p.1481-1496, jan. 1997. Informa UK Limited. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/03610929708831995>>. Acesso em: 15 jan. 2019.

KULLDORFF, M. et al. A Space–Time Permutation Scan Statistic for Disease Outbreak Detection. **Plos Medicine**, [s.l.], v. 2, n. 3, p.216-224, fev. 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pmed.0020059>>. Acesso em: 08 out. 2018.

KULLDORFF, M. et al. Breast cancer clusters in the northeast United States: a geographic analysis. **Am J Epidemiol**, [s.l.], v. 146, n. 2, p.161-170, 1997.

KULLDORFF, M. et al. Evaluating cluster alarms: A space-time scan statistic and brain cancer in Los Alamos. **American Journal of Public Health**, [s.l.], v. 88, n. 9, p.1377-1380, 1998.

KULLDORFF, M. Prospective time-periodic geographical disease surveillance using a scan statistic. **Journal of the Royal Statistical Society**, [s.l.], v.164, n.1, p.61-72, 2001.

_____. **SatScan™ user guide**. 2018. Disponível em: <https://www.satscan.org/cgi-bin/satscan/register.pl/SaTScan_Users_Guide.pdf?todo=process_userguide_download>. Acesso em: 31 de julho de 2018.

KULLDORFF, M.; NAGARWALLA, N. **Spatial disease cluster: detection and inference**. *Statistics in Medicine*. v. 14, p. 799-810. 1995

LACOUR, G. et al. When mothers anticipate: Effects of prediapause stage on embryo development time and of maternal photoperiod on eggs of a temperate and a tropical strains of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). **Journal of Insect Physiology**, [s.l.], n. 71, p. 87-96, 2014.

LIMA-CAMARA, T. N. Emerging arboviruses and public health challenges in Brazil. **Revista de Saúde Pública**, [s.l.], v. 50, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003489102016000100602&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 07 ago. 2018.

LOCH, C.; ERBA, D. A. **Cadastro técnico multifinalitário: rural e urbano**. 1ª ed. Cambridge, USA: Lincoln Institute of Land Policy, 2007. 142p. Disponível em:<<https://www.lincolninst.edu/publications/books/cadastro-tecnico-multifinalitario-rural-e-urbano>>. Acesso em: 07 ago. 2018.

LONGLEY, P. A. et al. **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 560 p.

LOPES, M. A. O que aprendemos com o Manejo Integrado de Pragas (MIP) da agricultura para o controle do *Aedes aegypti*. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 24, n. 4, p.134-136, 2015.

MAGALHÃES, G. B.; ZANELLA, M. E. A Variabilidade Climática e a Frequência de Dengue em Fortaleza, CE, Brasil. **Rede**, Fortaleza, v. 9, n. 1, p.35-50, 12 nov. 2015. Disponível em: <<http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/296>>. Acesso em: 04 jan. 2019.

MARCONDES, C. B.; XIMENES, F. F. M. Zika virus in Brazil and the danger of infestation by *Aedes* (*Stegomyia*) mosquitoes. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, [s.l.], v. 49, n. 1, p. 4–10, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0037-8682-0220-2015>>. Acesso em: 05 ago. 2018.

MARINHO, R. A. **Ecobiologia de *Aedes aegypti*(L.1762) (Diptera: Culicidae) associada a fatores climáticos em três mesorregiões da Paraíba**. 2013. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2013.

MARTINELLI, M. **Mapas da geografia e cartografia temática**. 6ª ed. São Paulo: Ed. Contexto, 2014. 144 p.

MATEUS, A. L. S. S. **Proposição de Novas Metodologias para Análise de Aleatoriedade em Processos Pontuais no Espaço-Tempo**. 2013. 138 f. Tese (Doutorado) - Curso de Estatística e Experimentação Agropecuária, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

MATILDE, L. S. V. **Análise da Expressão Protéica e de Peptidases em Formas Pré-Imaginais e Imagos de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus***. 2013. 140 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências, FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em:

<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/13629?locale=pt_BR>.

Acesso em: 10 fev. 2019.

MEDEIROS, L. C. de C. et al. Modeling the Dynamic Transmission of Dengue Fever: Investigating Disease Persistence. **Plos Neglected Tropical Diseases**, [s.l.], v. 5, n. 1, p.1-14, 11 jan. 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pntd.0000942>>. Acesso em: 14 nov. 2018.

MELLO, Y. R. de; OLIVEIRA, T. M. N. de. Análise Estatística e Geoestatística da Precipitação Média para o Município de Joinville (SC). **Revista Brasileira de Meteorologia**, [s.l.], v. 31, n. 2, p.229-239, jun. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0102-778631220150040>>. Acesso em: 23 fev. 2019.

MENDES, J. A. **Influência do Padrão Espacial do Uso do Solo Urbano e da Proximidade de Criadouros do *Aedes aegypti* na Ocorrência de Casos de Dengue Durante a Epidemia de 2013 em Campinas- Sp.** 2016. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, UNICAMP, Campinas, 2016. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/330405>>. Acesso em: 16 jan. 2019.

MURRAY, N. E. A. et al. Epidemiology of dengue: past, present and future prospects. **Clinical Epidemiology**, [s.l.], p.299-309, ago. 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2147/clep.s34440>>. Acesso em: 20 jan. 2019.

NEIL, D. B. et al. **A bayesian spatial scan statistic.** 2005. Disponível em: <<http://www.cs.cmu.edu/~neill/papers/sss-nips05.pdf>> Acesso em: 31 de julho de 2018.

NEIL, D. B.; LINGWALL, J. A nonparametric scan statistic for multivariate disease surveillance. 2007. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/9619/be31689f0f24231fdc0e3be3678821c90228.pdf>> Acesso em: 31 de julho de 2018.

OLIVEIRA, E. da S.; BIAZOTO, C. D. dos S. Distribuição de Criadouros de *Aedes aegypti* (LINNA.US, 1762) E *Aedes albopictus* (SKUSE, 1894) (Díptera: Culicidae), no Município de Assis Chateaubriand, PR, Brasil. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 6, p.1051-1060, maio 2012.

OLIVEIRA, F. A. de. **Estudo do aporte sedimentar em suspensão na baía da babitonga sob a ótica da geomorfologia**. Tese (Doutor em Geografia) - Universidade de São Paulo – USP. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, 2006

OLIVEIRA, F. H. **Da multifinalidade do Cadastro**. Manual de Apoio – CTM: Diretrizes para a criação, instituição e atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário nos municípios brasileiros. Brasília: Ministério das Cidades, 2010.

ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE SAÚDE (OPAS). **Dengue**: guías para el diagnóstico, tratamiento, prevención y control. La Paz: Bolívia, 2010.

_____. **Epidemiological update: neurological syndrome, congenital anomalies, and Zika virus infection**. January 17, 2016. Disponível em:<

www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_view&Itemid=270&gid=32879&lang=em>. Acesso em 07 ago. 2018.

PESSOA, L. C. et al. O cadastro territorial multifinalitário como ferramenta no planejamento urbano. **Brazilian Journal Of Development**, Curitiba, v. 5, n. 1, p.915-926, jan. 2019. Disponível em: <<http://www.brjd.com.br/index.php/BRJD/article/view/1035/905>>. Acesso em: 13 jan. 2019.

PINA, I. A. F. dos S. **Participação Pública E SIG**: do potencial à Prática, da prática aos resultados, Discussão pública do PDM de Lisboa. 2011. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Sistemas de Informação Geográfica, NOVA, Lisboa, 2011.

PINTO JUNIOR, V. L. Dengue e Chikungunya: coexistência possível no Brasil. **Revista de Medicina e Saúde**, [s.l.], v. 3, n. 1, p. 2-3, 2014.

POMBO, A. P. M. M.. ***Aedes aegypti*: Morfologia, morfometria do ovo, desenvolvimento embrionário e aspectos relacionados à vigilância entomológica no Município de São Paulo**. 2016. Tese (Doutorado em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

RAMASAMY, R. et al. Larval Development of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Peri-Urban Brackish Water and Its Implications for Transmission of Arboviral Diseases. **Plos Neglected Tropical Diseases**, [s.l.], v. 5, n. 11, p.1-10, 22 nov. 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pntd.0001369>>. Acesso em: 16 jan. 2019.

REITER, P. Oviposition et dispersion d'*Aedes aegypti* dans l'environnement urbain. **Bull. Soc. Pathol. Exot.**, [s.l.], v. 89, n. 2, p. 120-122, 1996.

REZENDE, G. L. et al. Embryonic desiccation resistance in *Aedes aegypti*: presumptive role of the chitinized Serosal Cuticle. **Bmc Developmental Biology**, [s.l.], v. 82, n. 8, p.1-14, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1186/1471-213x-8-82>>. Acesso em: 15 dez. 2018.

RIBEIRO, M. D. et al. Estudo descritivo da ocorrência de dengue e sua relação com o clima e a ação da vigilância em saúde do município de Franca, São Paulo, Brasil, 2007 a 2011. **Revista Investigação Saúde**, Franca, v. 14, n. 1, p. 138-144, 2015. Disponível em: <<http://publicacoes.unifran.br/index.php/investigacao/article/view/737>>. Acesso em: 19 fev. 2019.

SAMPAIO, S. M. P. et al. Todos juntos contra o *Aedes aegypti*: o desafio do controle vetorial. **Boletim Epidemiológico Paulista**, São Paulo, v. 13, n. 149, p.9-114, maio 2016.

SANTA CATARINA. **Boletim Epidemiológico nº 25/2018 Vigilância entomológica do *Aedes aegypti* e situação epidemiológica de dengue, febre de chikungunya e zika vírus em Santa Catarina.** Florianópolis: DIVE, 2018a. 12 p. Disponível em: <<http://www.dive.sc.gov.br/conteudos/boletim2018/boletimDengueN25/boletimN25Dengue.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2019.

_____. **Boletim sobre Situação da Dengue, Febre de Chikungunya e Febre do Zika Vírus em Santa Catarina.** Florianópolis: DIVE, 2016. Disponível em: <<http://www.dive.sc.gov.br/index.php/arquivo-noticias/250-boletim-sobre-situacao-da-dengue-febre-de-chikungunya-e-febre-do-zika-virus-em-santa-catarina-atualizado-em-06-01-2016>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

_____. DIRETORIA DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA (DIVE). **Boletim Epidemiológico nº 12/2017.** Florianópolis: DIVE, 2017b. Disponível em: <<http://www.dive.sc.gov.br/index.php/arquivo-noticias/634-boletim-epidemiologico-n-26-2017-vigilancia-entomologica-do-aedes-aegypti-e-situacao-epidemiologica-da-dengue-febre-de-chikungunya-e-zika-virus-em-santa-catarina-atualizado-em-30-12-2017-se-52-2017>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

_____. DIRETORIA DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA (DIVE). **Programa de Controle de Dengue.** Florianópolis: DIVE, 2017a. Disponível em: <http://vigilantos3.dive.sc.gov.br/vigilantos3/dengue_relatorio_programa/dengue_relatorio.pdf?ano=2017&type=pdf>. Acesso em: 21 ago. 2018.

_____. DIVE. **DIVE/SC confirma óbito por febre amarela em Santa Catarina.** Florianópolis, 2019. Disponível em: <<http://www.dive.sc.gov.br/index.php/arquivo-noticias/840-dive-sc-confirma-obito-por-febre-amarela-em-santa-catarina>>. Acesso em: 15 abr. 2019.

_____. DIVE. **Guia de Orientação para Treinamento de Técnicos de Laboratório de Entomologia.** Florianópolis, 2015. 73 p.

SANTA CATARINA. **Dive/SC Esclarece Sobre a Infestação do Mosquito *Aedes aegypti* em Municípios Catarinenses**. Florianópolis: DIVE, 2018c. Disponível em: <<http://www.dive.sc.gov.br/index.php/arquivo-noticias/765-comunicado-dive-sc-esclarece-sobre-a-infestacao-do-mosquito-aedes-aegyptiem-municipios-catarinenses>>. Acesso em: 11 jan. 2019.

_____. **Programa de Controle de Dengue**. Florianópolis: DIVE, 2018b. 14 p. Disponível em: <http://vigilantos3.dive.sc.gov.br/vigilantos3/dengue_relatorio_programa/dengue_relatorio.pdf?ano=2018&type=pdf>. Acesso em: 10 jan. 2019.

SANTANA, N. A. de. **A Produção do Espaço Urbano e os Loteamentos na Cidade de Joinville (SC) – 1949-1996**. Florianópolis. UFSC. Departamento de Geociências, 1998. (Dissertação de Mestrado).

SASS, G. G; AMORIM, A. Análise Temporal a Partir do Cadastro Territorial Multifinalitário. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, v. 65, n. 2, p.283-291, mar. 2013. Disponível em: <<http://www.lsie.unb.br/rbc/index.php/rbc/article/view/1231/804>>. Acesso em: 24 fev. 2019.

SEGATA, J. Infraestruturas globais, práticas locais: o *Aedes aegypti* e o digital. In: SEGATA, J.; RIFIOTIS, T. **Políticas etnográficas no campo da ciência e das tecnologias da vida**. Porto Alegre: UFRGS, 2018. p. 61-84.

SHEFFIELD, P. E.; LANDRIGAN, P. J. Global climate change and children's health: Threats and strategies for prevention. **Environmental Health Perspectives**, [s.l.], v. 119, p. 291-298, 2011.

SHEPARD, D. S. et al, Economic impact of dengue illness in the America. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, [s.l.], v. 84, n. 2, p. 200-207, 2011.

SILVA, C. N. da. **A Representação Espacial e a Linguagem Cartográfica**. Belém: ED. Gapta/UFPA, 2013. 182 p.

SILVA, M. R. H. **Distribuição Espacial e Sazonal do *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) no Parque Municipal do Piqueri, São Paulo**. 2017. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências, USP, São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6132/tde-20072017-113333/en.php>>. Acesso em: 20 jan. 2019.

SILVA, S. B. da. **Análise de Fronteiras Geográficas e Limites no Processo Temporal para Avaliação de Conglomerados Espaço-Temporais**. 2016. 78 f. Tese (Doutorado) - Curso de Estatística, UFMG, Belo Horizonte, 2016. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/BUBD-AA2FH9>>. Acesso em: 20 jan. 2019.

SILVA, V. C. da et al. Diversidade de criadouros e tipos de imóveis freqüentados por *Aedes albopictus* e *Aedes aegypti*. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 6, n. 40, p.1106-1111, jul. 2006.

SOARES, J. B. R. C et al. Mitochondrial physiology in the major arbovirus vector *Aedes aegypti*: substrate preferences and sexual differences define respiratory capacity and superoxide production. **PLoS ONE**, [s.l.], v.10, n.3, p.1-35, 2015.

SUAYA, J. A. et al. Cost of dengue cases in eight countries in the Americas and Asia: a prospective study. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, [s.l.], v. 80, n. 5, p. 846-55. 2009.

TEICH, V. et al. *Aedes aegypti* e Sociedade: o Impacto Econômico das Arboviroses no Brasil. **Jornal Brasileiro de Economia da Saúde**, [s.l.], v. 9, n. 3, p.267-276, dez. 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21115/jbes.v9.n3.p267-76>>. Acesso em: 19 dez. 2018.

VALLE, D. et al. **Dengue Teorias e Práticas**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2015. 450 p

VIEIRA, C. A. O. et al. Brazilian Amazonia Deforestation Detection Using Spatio-Temporal Scan Statistics. **Isprs Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, [s.l.], v. 2, p.51-55, 11 jul. 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5194/isprsannals-i-2-51-2012>>. Acesso em: 25 jan. 2019.

WORD HEALTH ORGANIZATION. **Dengue guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control**. Geneva, WHO, 2009. Disponível em: <<http://www.who.int/tdr/publications/documents/dengue-diagnosis.pdf?ua=1>> Acesso em: 05 ago. 2018.

YADAV, P. et al. Experimental Transmission of Chikungunya virus by anopheles stephensi mosquitoes. **Acta Virologica**, [s.l.], v. 47, p. 45-47, 2003.

ZANLUCA, C. et al. First report of autochthonous transmission of Zika virus in Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, [s.l.], v. 110, n. 4, p. 569-572, 2015.

ZARA, A. L. de S. A. **Estimativa de Utilização de Serviços de Saúde e de Custos Associados à Dengue no Brasil**. 2016. 172 f. Tese (Doutorado) - Curso de Medicina Tropical e Saúde Pública, UFG, Goiânia, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/7727>>. Acesso em: 14 dez. 2018.

APÊNDICE A – Procedimentos no *SATSCAN* 9.6

Nesta seção são apresentadas as etapas de aplicação da estatística de varredura de kulldorff et al. (2005) no *software SATSCAN* 9.6, desenvolvido por Martin Kulldorff, e encontra-se disponível para *download* de modo gratuito no *site* <https://www.satscan.org/>. Neste documento será especificado as etapas de execução do método com o modelo de probabilidade de permutação espaço-temporal.

Inicialmente deve se preparar a base de dados para inserção no programa, que pode estar no formato txt, csv, dbf e xls. Deve possuir ao menos as informações sobre o identificador do foco, coordenadas, número de casos, data de ocorrência e as co-variáveis, como exemplifica Figura 8.

Após a inicialização do *SATSCAN* 9.6 o usuário estará habilitado para a utilização das funções da aba *Input*, na qual ocorre a entrada de dados (Figura 9). Na opção *case file* deve-se selecionar o arquivo da base descritiva, sendo necessário na etapa seguinte fazer a correspondência entre as colunas dessa última com os espaços do programa, como mostra a Figura 10, na qual foi informado os nomes das colunas dos dados essenciais para a execução do método.

Figura 9 - Aba inicial do *SATSCAN* 9.6.

The screenshot displays the 'Input' tab of the SATSCAN 9.6 software. The interface is organized into several sections:

- Case File:** A text input field with a browse button (...).
- Control File:** A text input field containing '(Bernoulli Model)' and a browse button (...).
- Time Precision:** Radio buttons for 'None', 'Month', 'Day' (selected), and 'Generic'.
- Study Period:** A section with two rows of date inputs. The first row is for 'Start Date' with values '2000', '1', and '1'. The second row is for 'End Date' with values '2000', '12', and '31'. Each input has a small arrow icon.
- Population File:** A text input field containing '(Poisson Model)' and a browse button (...).
- Coordinates File:** A text input field with a browse button (...).
- Grid File:** A text input field containing '(optional)' and a browse button (...).
- Coordinates:** Radio buttons for 'Cartesian' and 'Lat/Long' (selected).
- Advanced >>:** A button at the bottom right of the window.

Figura 10 - Relacionamento da base descritiva com o programa *SATSCAN* 9.6.

Import File Wizard

Display SaTScan Variables For: **space-time permutation model**

SaTScan Variable	Source File Variable
Location ID	Name
Number of Cases	Caso
Date/Time (optional)	Data da Coleta
Covariate1 (optional)	Caso
Covariate2 (optional)	CHUVA
Covariate3 (optional)	unassigned
Covariate4 (optional)	unassigned

X	Y	Name	Todos	id	NºFoco	Rê
-48.89942514	-26.23079544	1--9	20	1	1--9	Joiit
-48.89942514	-26.23079544	2--9	21	2	2--9	Joiit
-48.82186323	-26.29852334	3--9	6	3	3--9	Joiit
-48.86834475	-26.27336324	4--9	10	4	4--9	Joiit
-48.81214193	-26.22582839	5--9	42	5	5--9	Joiit
-48.87467411	-26.26444945	6--9	39	6	6--9	Joiit
-48.88823841	-26.28325174	7--9	9	7	7--9	Joiit

= Column is not actually defined in file but can be used as SaTScan variable.

< Previous Next >

Para o prosseguimento do método deve-se especificar na guia “*Time precision*” o formato em que o período dos dados se encontra e na sequência inserir as datas de início e fim do intervalo de estudo no campo *Study Period*. Na opção *Coordinates* será definido o formato das coordenadas entre cartesianas e geodésicas. O próximo passo é a inserção da base descritiva na guia *Coordinates file*, na qual haverá a necessidade do relacionamento do identificador do foco e suas coordenadas entre a base e os espaços do programa, processo semelhante ao apresentado na Figura 10, finalizando a etapa de entrada de dados (Figura 11)

O desenvolvimento do método deve seguir para a aba *Analysis* (Figura 12), momento em que é necessário escolher entre as análises que serão aplicadas, o modelo de probabilidade, as áreas de risco e o intervalo de tempo em que os dados serão agregados. Neste exemplo optou-se pela análise retrospectiva, o modelo de permutação espaço-temporal, a varredura de áreas de alto risco e o período de agregação de 1 mês (Figura 12).

Figura 11 - Aba de entrada de dados finalizada no *SATSCAN* 9.6.

Input Analysis Output

Case File:
C:\Users\Ivan Merencio\Documents\MESTRADO\SATSCAN\Cases.cas ...

Control File: (Bernoulli Model) ...

Study Period

Start Date: Year: 2009 Month: 1 Day: 1 End Date: Year: 2018 Month: 9 Day: 24

Time Precision
 None Year
 Month Day
 Generic

Population File: (Poisson Model) ...

Coordinates File:
Users\Ivan Merencio\Documents\MESTRADO\SATSCAN\Coordinates.geo ...

Grid File: (optional) ...

Coordinates
 Cartesian
 Lat/Long

Advanced >>

Figura 12 - Configuração dos parâmetros estatísticos na aba *analysis*.

Input Analysis Output

Type of Analysis

Retrospective Analyses:
 Purely Spatial
 Purely Temporal
 Space-Time
 Seasonal
 Spatial Variation
 in Temporal Trends

Prospective Analyses:
 Purely Temporal
 Space-Time

Probability Model

Discrete Scan Statistics:
 Poisson
 Bernoulli
 Space-Time Permutation
 Multinomial
 Ordinal
 Exponential
 Normal

Continuous Scan Statistics:
 Poisson ...

Scan For Areas With:
 High Rates
 Low Rates
 High or Low Rates

Time Aggregation

Units: Year
 Month
 Day

Length: 1 Months

Advanced >>

No estágio seguinte deve-se clicar na opção *Advanced* para configuração dos parâmetros da estatística. Na aba *Spatial Window* é o local para informar o limite do raio de busca, que pode ser até 50 % da população ou por distância em quilômetros, neste caso foi de 0,50 Km (Figura 13). Ao clicar na guia *Temporal Window* será possível a delimitação temporal entre duas alternativas, em intervalo de tempo ou em percentual de até 50% do período de estudo, nesta dissertação selecionou-se a guia de porcentagem (Figura 14).

A última etapa de configuração acontece na aba *Output*, na qual deve-se informar na opção *Main Results File* o nome do arquivo e o diretório do computador em que os resultados serão salvos, que está padronizado na extensão txt. O título *Geographical Output* fornece os formatos em que os dados vetoriais podem ser exportados, nesta situação, definiu-se os arquivos em *Shapefile* e *KML* (Figura 15), sendo que estes devem ser analisados com programas para fins cartográficos, por exemplo, o *Quantum GIS 2.18.9*, já que o *SATSCAN 9.6* não possui interface para o tratamento de arquivos vetoriais. Ainda é possível escolher na seção *Column Output Format* quais informações da estatística serão salvas nas extensões ASCII e/ou DBF. Em seguida, deve-se clicar no ícone *Execute Session*, que tem o formato do botão play na coloração verde (Figura 15), para que o programa inicie as análises.

Figura 13 - Delimitação do raio de varredura na guia *spatial window*.

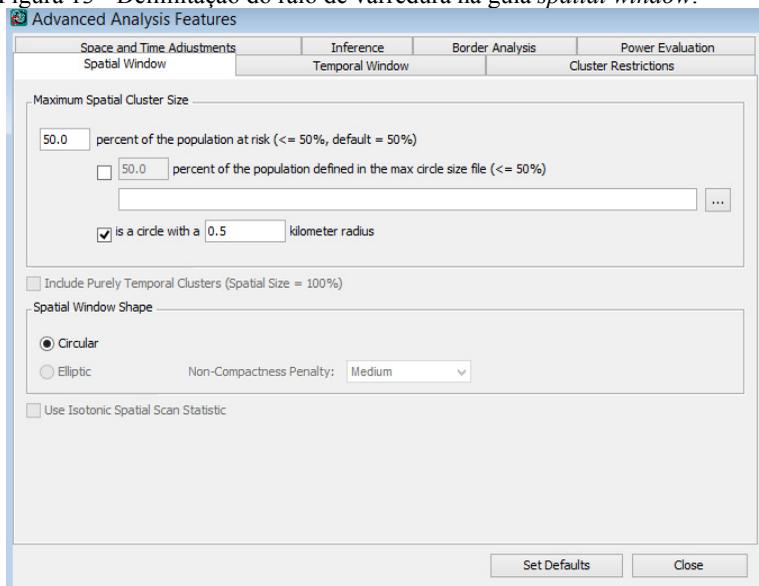


Figura 14 - Delimitação da componente temporal na guia *temporal window*.

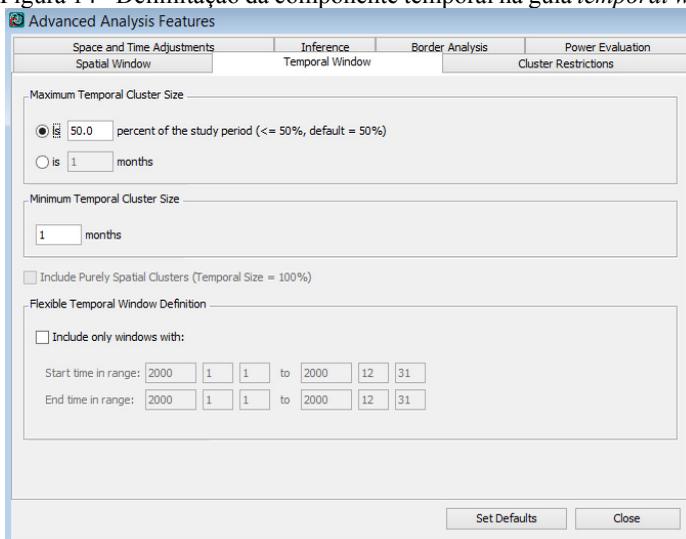
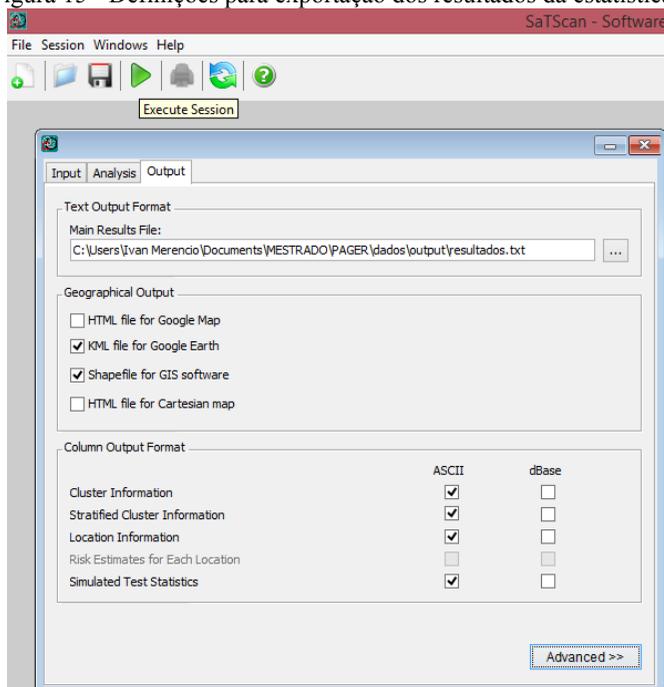
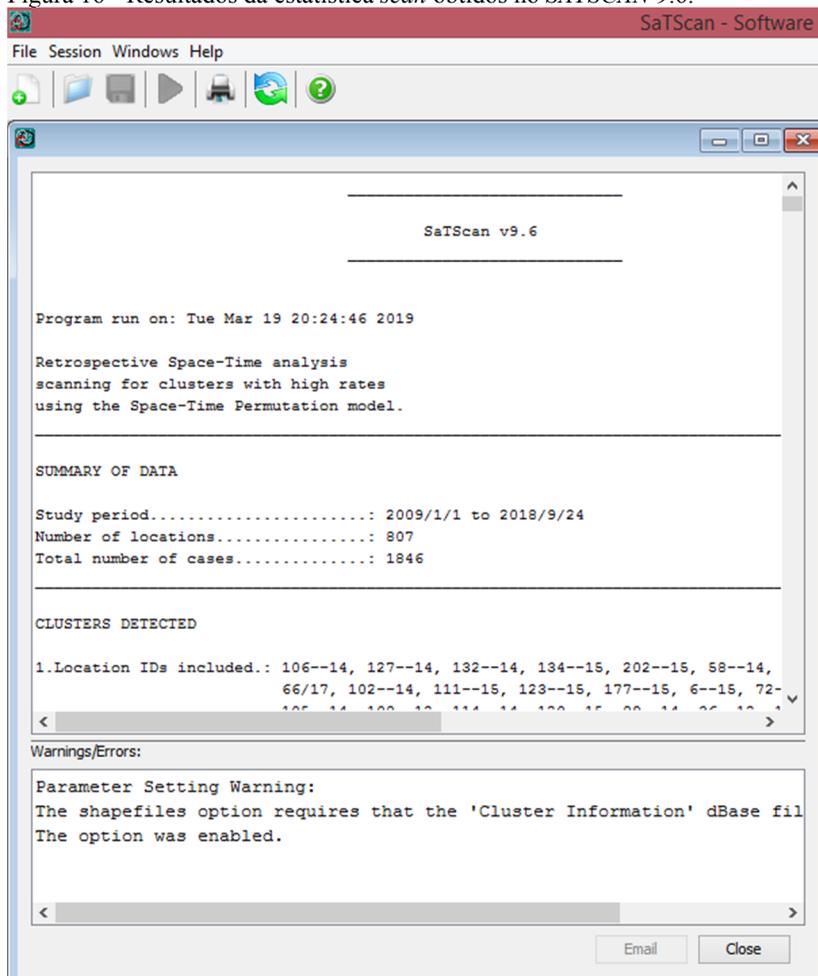


Figura 15 - Definições para exportação dos resultados da estatística.



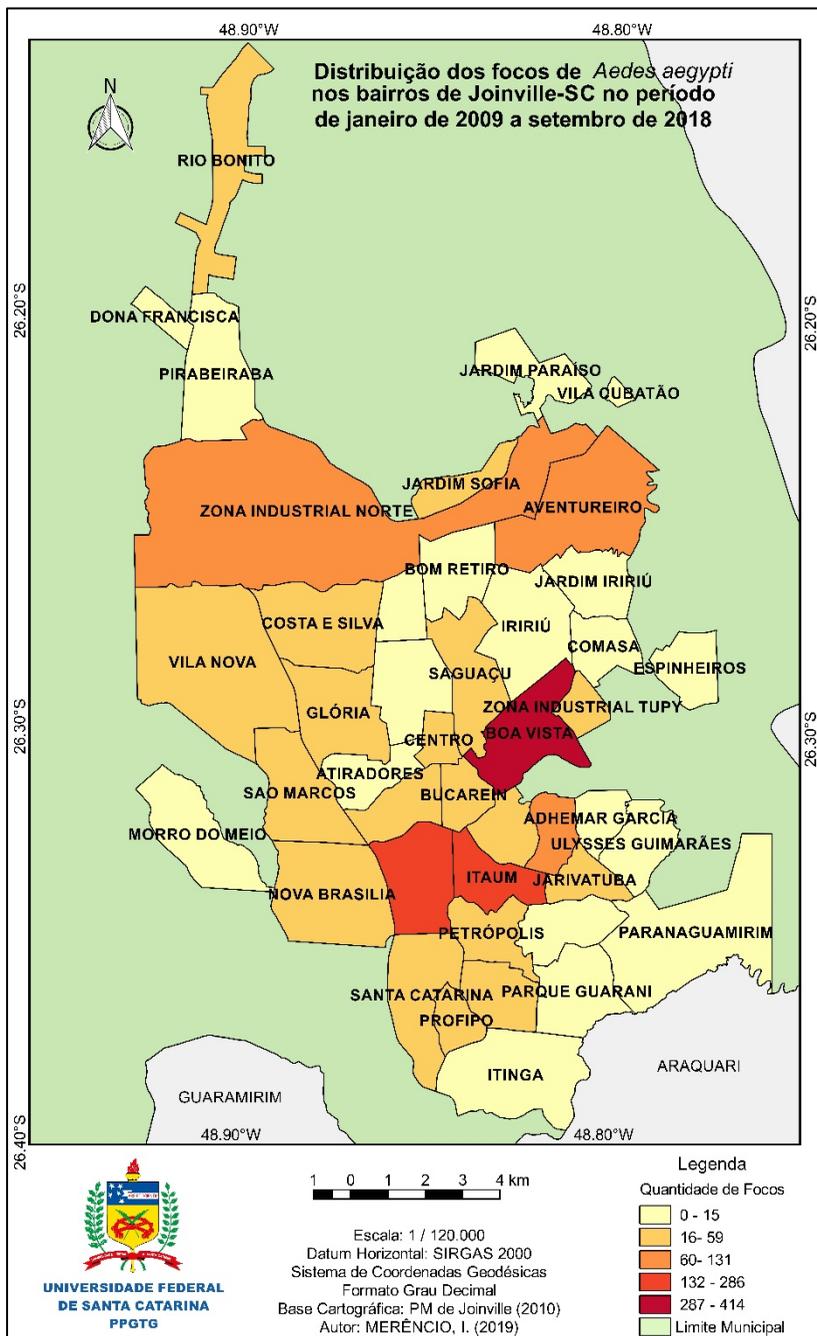
Após o término desse processo os resultados descritivos serão apresentados na tela do *SATSCAN* 9.6 (Figura 16). Expondo as configurações que foram utilizadas, o número de casos, e as informações da inferência estatística de cada *cluster*, hierarquizados conforme o valor da RVG, abrangendo o número de focos contidos no agrupamento, quantidade de casos detectados e esperados, coordenadas do centroide e raio do conglomerado, *p-valor* e entre outros.

Figura 16 - Resultados da estatística *scan* obtidos no *SATSCAN* 9.6.



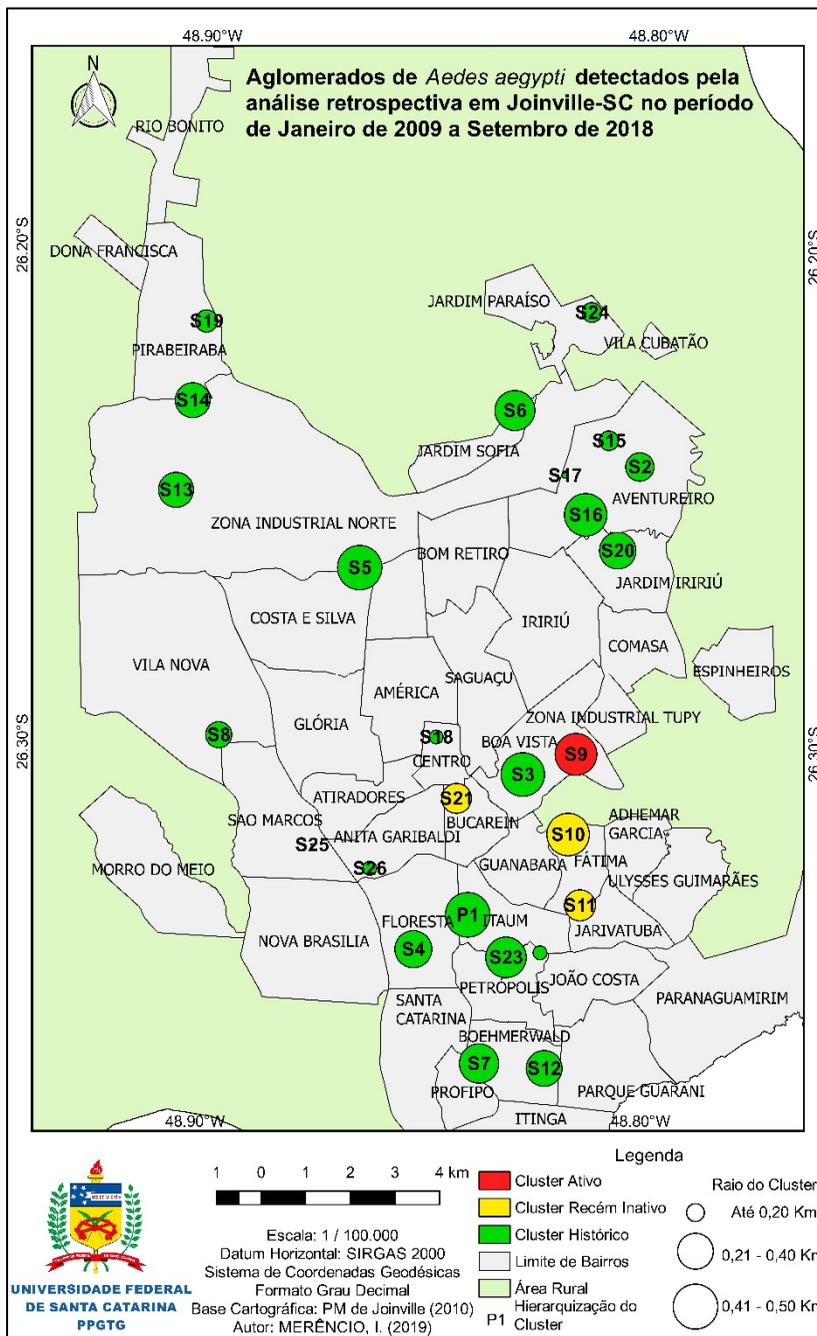
APÊNDICE B – Mapa da distribuição de focos de *Ae. aegypti*

O mapa apresentação a distribuição de focos de *Ae. aegypti* registrados nos bairros de Joinville-SC no período de janeiro de 2009 a setembro de 2018.



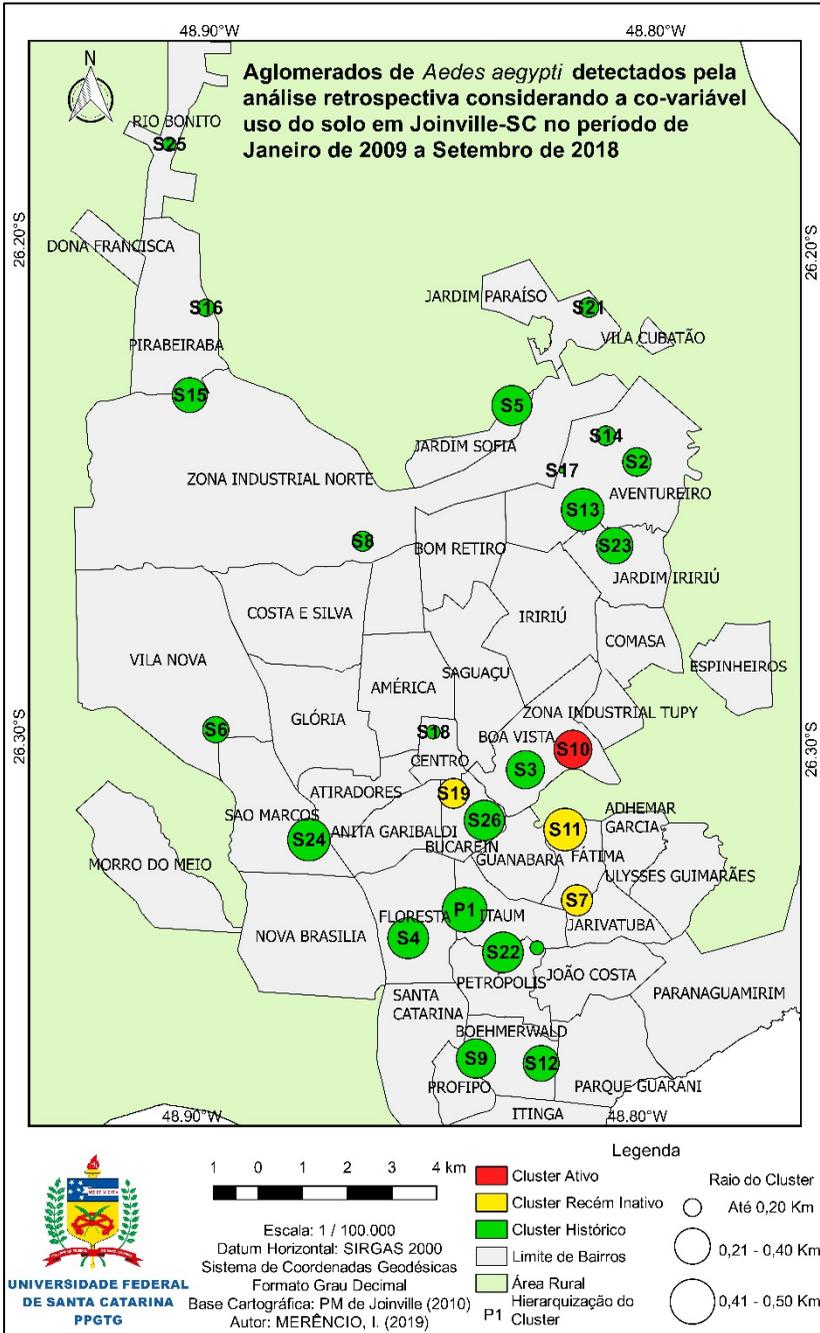
APÊNDICE C – Carta dos aglomerados de *Ae. aegypti* detectados pela análise retrospectiva em Joinville-SC no período de janeiro de 2009 a setembro de 2018

A carta apresenta os aglomerados de *Ae. aegypti* que foram detectados pela análise retrospectiva sem uso de co-variáveis nos bairros de Joinville-SC entre janeiro de 2009 a setembro de 2018. Os círculos, com raio em quilômetros, representam onde esses conglomerados foram significativos estatisticamente. As cores classificam a atividade desses agrupamentos em ativo, recém inativo e histórico.



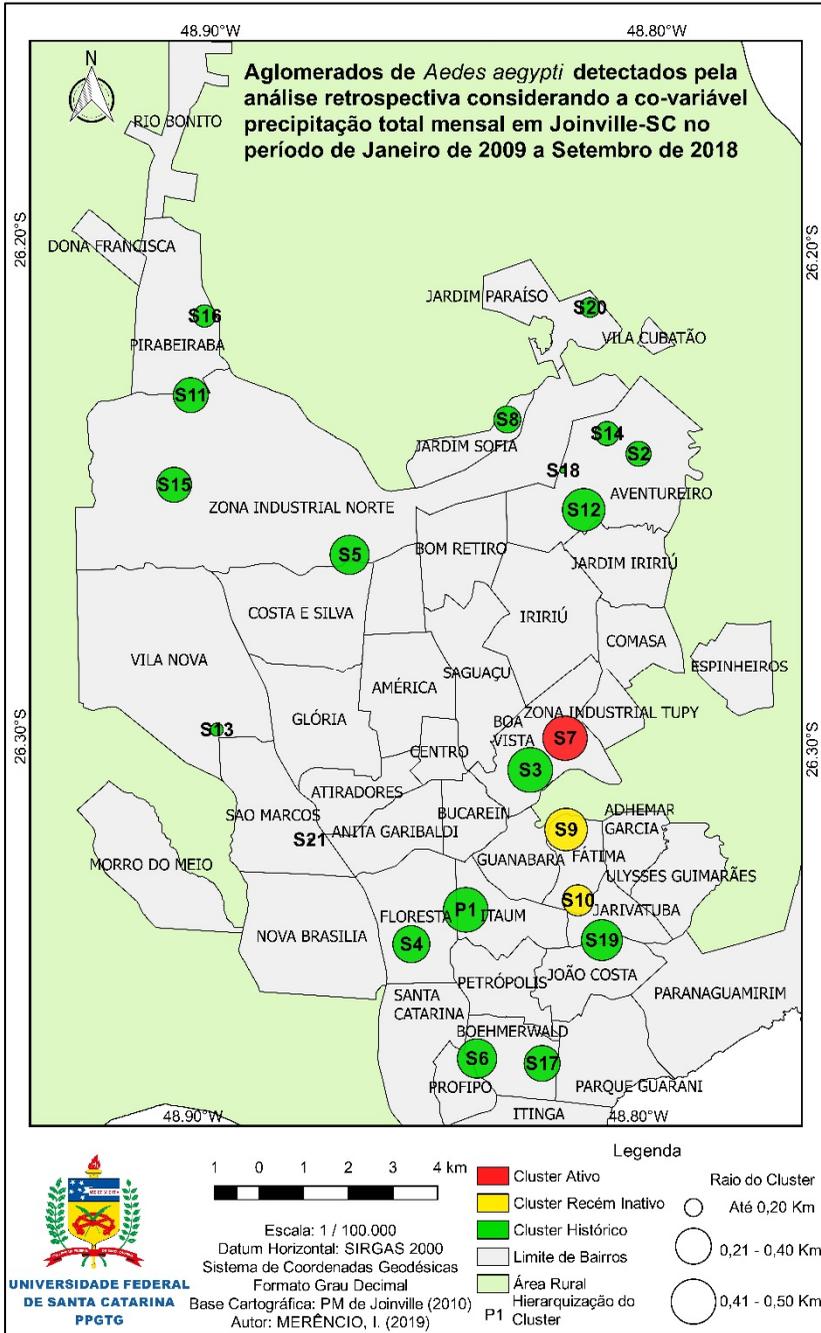
APÊNDICE D – Carta dos aglomerados de *Ae. aegypti* detectados pela análise retrospectiva considerando a co-variável uso do solo em Joinville-SC no período de Janeiro de 2009 a Setembro de 2018

A carta apresenta os aglomerados de *Ae. aegypti* que foram detectados pela análise retrospectiva com a utilização da co-variável uso do solo nos bairros de Joinville-SC entre janeiro de 2009 a setembro de 2018. Os círculos, com raio em quilômetros, representam onde esses conglomerados foram significativos estatisticamente. As cores classificam a atividade desses agrupamentos em ativo, recém inativo e histórico.



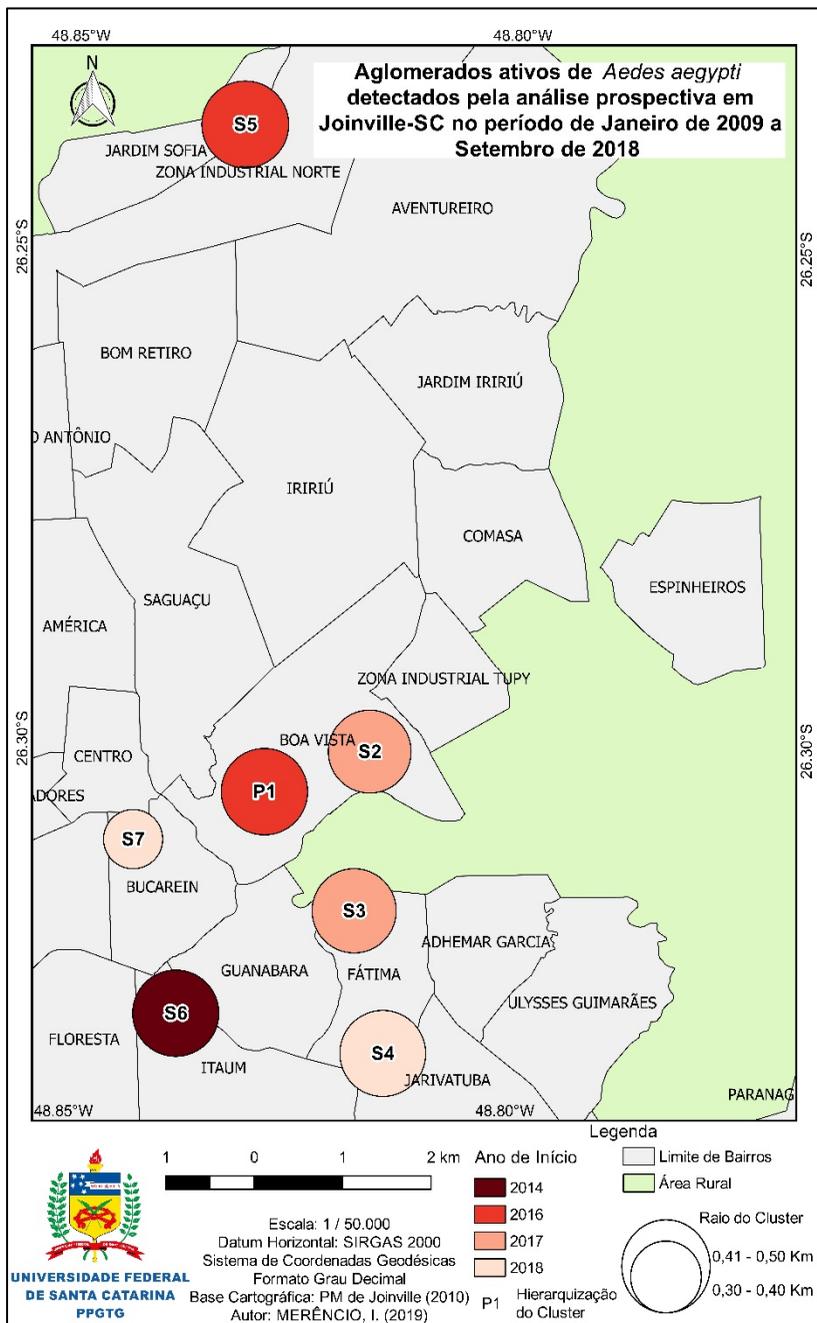
APÊNDICE E – Carta dos aglomerados de *Ae. aegypti* detectados pela análise retrospectiva considerando a co-variável precipitação total mensal em Joinville-SC no período de Janeiro de 2009 a Setembro de 2018

A carta apresenta os aglomerados de *Ae. aegypti* que foram detectados pela análise retrospectiva com a utilização da co-variável precipitação total mensal nos bairros de Joinville-SC entre janeiro de 2009 a setembro de 2018. Os círculos, com raio em quilômetros, representam onde esses conglomerados foram significativos estatisticamente. As cores classificam a atividade desses agrupamentos em ativo, recém inativo e histórico.



APÊNDICE F – Carta dos aglomerados ativos de *Ae. aegypti* detectados pela análise prospectiva em Joinville-SC no período de Janeiro de 2009 a Setembro de 2018

A carta apresenta os aglomerados ativos de *Ae. aegypti* que foram detectados pela análise prospectiva sem uso de co-variáveis nos bairros de Joinville-SC entre janeiro de 2009 a setembro de 2018. Os círculos, com raio em quilômetros, representam onde esses conglomerados foram significativos estatisticamente. As cores representam o ano de início desses agrupamentos.



ANEXO A – Reportagens sobre o *Ae. aegypti*

Nesta seção são apresentadas as reportagens referentes a situação da infestação pelo vetor no estado de Santa Catarina e em Joinville.

Figura 17 - Notícia do aumento da infestação de *Ae. aegypti* em SC em 10 de setembro de 2018.

Aumenta número de municípios infestados pelo *Aedes aegypti* em SC

10/09/2018 - 18h18min - Atualizada em 10/09/2018 - 18h52min Sugerir correção



Foto: Salmo Duarte / A Notícia

Santa Catarina alcançou número recorde de municípios infestados pelo *Aedes aegypti*: 74. Nas duas últimas semanas Palhoça passou a fazer parte da lista de cidades nesta condição. Em relação ao mesmo período do ano passado, houve um incremento de 21,3% no número de municípios infestados pelo mosquito que transmite dengue, zika e chikungunya, já que na época 61 que faziam parte do grupo.

Fonte: Diário Catarinense (2018)¹.

¹ DIÁRIO CATARINENSE. **Aumenta número de municípios infestados pelo *Aedes aegypti* em SC**. 2018. Disponível em: <<http://dc.clicrbs.com.br/sc/estilo-de-vida/noticia/2018/09/aumentanumero-de-municipios-infestados-pelo-aedes-aegypti-em-sc-10579017.htm>>. Acesso em: 09 mar. 2019.

Figura 18 - Notícia do aumento da infestação de *Ae. aegypti* em Joinville em 13 de fevereiro de 2018.

Saúde pública 13/02/2018 | 09h44 Atualizada em 13/02/2018 | 09h44

Cresce número de focos do mosquito da dengue em Joinville

Desde janeiro já foram registradas 104 amostras positivas, um aumento de 20% em relação à 2017

Compartilhar    



Maioria dos focos encontrados neste ano no município estava em objetos com água parada no quintal de residências
Foto: Salmo Duarte / A Notícia

Fonte: A Notícia (2018)².

² MARTENDAL, L. **Cresce número de focos do mosquito da dengue em Joinville.** 2018. Disponível em: <<http://anoticia.clicrbs.com.br/sc/geral/noticia/2018/02/cresce-numero-de-focos-do-mosquito-da-dengue-em-joinville-10162614.html>>. Acesso em: 09 mar. 2019.

Figura 19 - Notícia da situação agravante do *Ae. aegypti* em Joinville em 15 de fevereiro de 2019.

SAÚDE

Joinville tem aumento de 188% nos focos do mosquito *Aedes aegypti*

Por Saavedra
15/02/2019 - 08h58 - Atualizada em: 15/02/2019 - 09h03



Crédito: Carlos Junior, Especial

** Por Gabriela Florêncio*

Joinville registrou aumento de 188% no registro de focos do mosquito da *Aedes aegypti*, transmissor da dengue, entre 2018 e 2019. Os números são do relatório publicado pela Diretoria de Vigilância Epidemiológica (Dive-SC). A lista mostra que em janeiro do ano passado, 79 focos haviam sido mapeados no município, contra 228 no mesmo período de 2019. Um dos principais fatores para o acréscimo, segundo a Secretaria Municipal de Saúde, é a falta de acompanhamento dos moradores com relação às medidas preventivas para a proliferação do mosquito.

Fonte: NSC total (2019)³.

³ SAAVEDRA, J. **Joinville tem aumento de 188% nos focos do mosquito *Aedes aegypti***. 2019. Disponível em: <<https://www.nscotal.com.br/colunistas/saavedra/joinville-tem-aumento-de-188-nos-focos-do-mosquito-aedes-aegypti>>. Acesso em: 09 mar. 2019.

