



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG)
ESCOLA DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL (EECA)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E
SANITÁRIA (PPGEAS)

ADIVÂNIA CARDOSO DA SILVA

**Associação entre variáveis ambientais relacionadas
a criadouros de *Aedes aegypti* e doenças arbovirais
em comunidades rurais e tradicionais de Goiás,
Brasil**

GOIÂNIA
2022



UFG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

☒ Dissertação ☐ Tese ☐ Outro*: _____

*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

Exemplos: Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

2. Nome completo do autor

Adivânia Cardoso da Silva

3. Título do trabalho

Associação entre variáveis ambientais relacionadas a criadouros de *Aedes aegypti* e doenças arbovirais em comunidades rurais e tradicionais de Goiás, Brasil

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento ☒ SIM ☐ NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);

b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Paulo Sérgio Scalize, Coordenador de Curso**, em 19/12/2022, às 09:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Adivânia Cardoso Da Silva, Discente**, em 19/12/2022, às 13:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3410864** e o código CRC **FA4B6040**.

ADIVÂNIA CARDOSO DA SILVA

**Associação entre variáveis ambientais relacionadas
a criadouros de *Aedes aegypti* e doenças arbovirais
em comunidades rurais e tradicionais de Goiás,
Brasil**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária (PPGEAS), da Escola de Engenharia Civil e Ambiental (EECA), da Universidade Federal de Goiás (UFG), como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental

Linha de pesquisa: Sistemas de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário

Orientador: Professor Doutor Paulo Sérgio Scalize

GOIÂNIA
2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Silva, Adivânia Cardoso da
Associação entre variáveis ambientais relacionadas a criadouros
de *Aedes aegypti* e doenças arbovirais em comunidades rurais e
tradicionais de Goiás, Brasil [manuscrito] / Adivânia Cardoso da Silva.
- 2022.
CXVII, 117 f.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio Scalize.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola
de Engenharia Civil e Ambiental (EECA), Programa de Pós-Graduação
em Engenharia Ambiental e Sanitária, Goiânia, 2022.
Apêndice.
Inclui siglas, abreviaturas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Saneamento rural. 2. Variáveis socioambientais. 3. Predição. I.
Scalize, Paulo Sérgio, orient. II. Título.

CDU 628



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

ESCOLA DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº **006** da sessão de Defesa de Dissertação de **Adivânia Cardoso da Silva**, que confere o título de Mestra em **Engenharia Ambiental e Sanitária**, na área de concentração em **Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental**.

Aos oito dias do mês de dezembro de dois mil e vinte e dois, a partir das quatorze horas, por meio de videoconferência, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada *"Associação entre variáveis ambientais relacionadas a criadouros de Aedes aegypti e doenças arbovirais em comunidades rurais e tradicionais de Goiás, Brasil"*. Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, Professor Doutor Paulo Sérgio Scalize (PPGEAS/EECA), com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor Doutor Raviel Eurico Basso (PPGEAS/EECA), membro titular interno; Professora Doutora Katia Sakihama Ventura (UFSCar), membro titular externo. Durante a arguição os membros da banca não sugeriram alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido a candidata **aprovada** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Professor Doutor Paulo Sérgio Scalize, Presidente da Banca Examinadora. Assim, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos oito dias do mês de dezembro de dois mil e vinte e dois.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Paulo Sérgio Scalize, Coordenador de Curso**, em 19/12/2022, às 09:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Katia Sakihama Ventura, Usuário Externo**, em 19/12/2022, às 12:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Raviel Eurico Basso, Professor do Magistério Superior**, em 19/12/2022, às 13:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3410777** e o código CRC **159060BC**.

Referência: Processo nº 23070.066733/2022-01

SEI nº 3410777

Dedico aos meus pais

Manoelina Cardoso e João

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e graças recebidas.

À minha família por incentivar essa iniciativa em minha vida, em especial, aos meus pais e ao meu noivo Ítalo Augusto pelo carinho e compreensão.

Ao Prof. Dr. Paulo Sérgio Scalize, pela orientação que foi fundamental ao desenvolvimento deste trabalho.

Aos colegas SanRural Débora, Nayara, Hellem, Thaynara e Ysabella pela colaboração e assistência nos trabalhos de campo, em especial as minhas amigas Kathyane (*in memoriam*) e Liziana, que tanto me incentivou nos estudos aplicados.

Ao povo de todas as comunidades rurais e tradicionais de Goiás, no âmbito do Projeto SanrRural, por nos permitir adentrar em suas casas, apoiar e colaborar a presente pesquisa.

Aos professores do PPGEAS e externos que contribuíram para minha formação.

À CAPES e ao Projeto SaRural pelas bolsas concebidas.

A todas as pessoas, em especial aos colegas, amigos e professores, que de alguma forma contribuíram para a conclusão dessa dissertação.

RESUMO

Arbovírus transmitidos por *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae) representam uma ameaça à saúde pública e infectam pessoas do mundo todo, principalmente nas Américas, devido às condições ambientais favoráveis à proliferação do vetor. O objetivo principal da presente dissertação foi associar variáveis ambientais com criadouros de *Aedes aegypti* e doenças arbovirais. Para isso, os objetivos específicos foram identificar e avaliar a pertinência de quais variáveis ambientais agravam à existência de criadouros de *Aedes aegypti* e/ou ocorrência de dengue, Zika e chikungunya na área rural (artigo 1). Analisar a relação de 81,3% das variáveis identificadas na revisão de literatura às soroprevalências para doenças arbovirais em comunidades rurais e tradicionais de Goiás (artigo 2). Identificar os potenciais locais favoráveis à reprodução de culicídeos vetores no peridomicílio em comunidades rurais com famílias afetadas por dengue, Zika e/ou chikungunya, e analisar a relação entre as quantidades de criadouros encontrados e as soroprevalência para as três arboviroses (artigo 3). A metodologia consistiu em realizar uma revisão sistemática da literatura (RSL) com busca de publicações usando *Strings* na base de dados *Scopus* e analisar os trabalhos qualitativamente (artigo 1). Inserir dados de soroprevalência para dengue, Zika e chikungunya de 39 comunidades rurais distribuídas entre assentamentos, quilombolas e ribeirinhas do estado de Goiás, no âmbito do Projeto SanRural em modelos de regressão linear para investigar relação com variáveis ambientais locais (artigo 2). Levantar informações do peridomicílio quanto à presença de criadouros do vetor *Aedes aegypti* em 137 domicílios de 13 comunidades rurais de Goiás com famílias afetadas por dengue, Zika e/ou chikungunya (artigo 3). Os resultados obtidos foram, a RSL resultou em 1007 produções, onde 50 foram pertinentes ao tema, as quais apresentaram 16 variáveis distintas envolvendo três categorias, saneamento, climatologia e fatores socioambientais, denominada “integrativa”, com 52% dos artigos associando, no mínimo, duas categorias, onde saneamento em conjunto com indicadores da categoria integrativa foi a combinação utilizada em 40% dos trabalhos. As publicações iniciaram em 1995, com o Brasil no centro das discussões. A dengue foi associada na área rural principalmente às condições socioeconômicas e habitacionais, onde o saneamento foi considerado em 66% dos artigos um indicador crucial que pode explicar a proliferação de vetores numa dada região (artigo 1). 17,4% (12/70) dos indicadores das três categorias de variáveis demonstraram relações significativas com as soroprevalências para dengue, Zika e/ou chikungunya em comunidades rurais de Goiás, notadamente: altitude e dengue ($p\text{-valor} < 0,001$); temperatura e Zika; aspectos de uso do solo e chikungunya, com $p\text{-valor} < 0,05$. As associações identificadas sugerem que populações em áreas rurais no Brasil podem ser infectadas por arboviroses tanto quanto os habitantes de áreas urbanas, devido principalmente à falta de universalização dos serviços de saneamento (artigo 2). Em mais de 90% dos domicílios, em 13 comunidades rurais de Goiás, tinham potenciais criadouros para o *Aedes aegypti*, o que evidencia a possibilidade real de culicídeos vetores terem alcançado também as áreas rurais do Estado. A comunidade que apresentou maior quantitativo de criadouros com vetores suspeitos de *Aedes aegypti* foi também a que resultou em maior número de indivíduos afetados por arbovírus (artigo 3). Assim, o presente estudo é uma ferramenta de gestão municipal para tomadas de decisões quanto a prevenção de doenças, também um alerta às autoridades municipais de saúde, pois efetivar políticas públicas é uma medida que proporciona indiretamente o controle vetorial e promoção da saúde.

Palavras-chave: Saneamento rural. Variáveis socioambientais. Predição.

ABSTRACT

Arboviruses transmitted by *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae) represent a threat to public health and infect people all over the world, mainly in the Americas, due to environmental conditions favorable to the proliferation of the vector. The main objective of this dissertation was to associate environmental variables with *Aedes aegypti* breeding sites and arboviral diseases. For this, the specific objectives were to identify and assess the relevance of which environmental variables aggravate the existence of *Aedes aegypti* breeding sites and/or the occurrence of dengue, Zika and chikungunya in the rural area (article 1). To analyze the relationship of 81,3% of the variables identified in the literature review to seroprevalence for arboviral diseases in rural and traditional communities in Goiás (article 2). Identify potential sites favorable to the reproduction of culicid vectors in the peridomicile in rural communities with families affected by dengue, Zika and/or chikungunya, and analyze the relationship between the number of breeding sites found and the seroprevalence for the three arboviruses (article 3). The methodology consisted of carrying out a systematic literature review (SLR) with a search for publications using Strings in the *Scopus* database and analyzing the studies qualitatively and quantitatively (article 1). Insert seroprevalence data for dengue, Zika and chikungunya from 39 rural communities distributed among settlements, quilombolas and riverside communities in the state of Goiás, within the scope of the SanRural Project, in linear regression models to investigate the relationship with local environmental variables (article 2). Gather information from peridomiciles regarding the presence of *Aedes aegypti* vector breeding sites in 137 households in 13 rural communities in Goiás with families affected by dengue, Zika and/or chikungunya (article 3). The results obtained were, the RSL resulted in 1007 productions, where 50 were relevant to the theme, which presented 16 different variables involving three categories, sanitation, climatology and socio-environmental factors, called "integrative", with 52% of the articles associating, at least, two categories, where sanitation together with indicators from the integrative category was the combination used in 40% of the studies. Publications began in 1995, with Brazil at the center of discussions. Dengue was mainly associated in rural areas with socioeconomic and housing conditions, where sanitation was considered in 66% of the articles a crucial indicator that can explain the proliferation of vectors in a given region (article 1). 17,4% (12/70) of the indicators for the three categories of variables showed significant relationships with seroprevalence for dengue, Zika and/or chikungunya in rural communities in Goiás, notably: altitude and dengue (p-value <0,001); temperature and Zika; aspects of land use and chikungunya, with p-value <0,05. The identified associations suggest that populations in rural areas in Brazil can be infected by arboviruses as much as inhabitants of urban areas, mainly due to the lack of universalization of sanitation services (article 2). More than 90% of households in 13 rural communities in Goiás had potential breeding sites for *Aedes aegypti*, which highlights the real possibility that culicid vectors have also reached rural areas in the state. The community that had the highest number of breeding sites with suspected *Aedes aegypti* vectors was also the one that resulted in the highest number of individuals affected by arboviruses (article 3). Thus, the present study is a municipal management tool for decision-making regarding disease prevention, as well as an alert to municipal health authorities, as implementing public policies is a measure that indirectly provides vector control and health promotion.

Palavras-chave: Rural sanitation. Socioenvironmental variables. Prediction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Fluxograma das etapas de desenvolvimento da presente dissertação	28
Figura 2.2 – Fluxograma das etapas de desenvolvimento da revisão sistemática da literatura, na Scopus	35
Figura 2.3 – Divisão por categorias das variáveis encontradas nos artigos as quais foram relacionadas com uma ou mais arbovirose e/ou com o vetor na temática pesquisada	38
Figura 2.4 – Linha do tempo de publicações encontradas sobre variáveis ambientais e arboviroses, na base Scopus, em 2022	41
Figura 2.5 – Divisão por incidência das categorias das variáveis conforme a quantidade utilizada em um mesmo artigo	42
Figura 3.6 – Localização das 39 comunidades rurais inseridas em seus respectivos municípios, e das estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)	59
Figura 3.7 - Fluxograma metodológico da análise estatística	64
Figura 3.8 – Relação entre soroprevalências para dengue e/ou Zika e/ou chikungunya e preditores socioambientais, apresentada pela matriz de correlação de <i>Pearson</i>	68
Figura 4.9 – Localização das comunidades rurais estudadas e seus respectivos municípios em Goiás, Brasil	84
Figura 4.10 – Visitas às comunidades rurais entre outubro e dezembro de 2021 com aplicação do checklist (a) e registro de potenciais criadouros (b-f)	87
Figura 4.11 – Locais com suspeitos de <i>Aedes aegypti</i> em comparação aos possíveis locais para a proliferação de culicídeos vetores no peridomicílio em comunidades rurais de Goiás, Brasil	90
Figura 4.12 – Dendrograma de agrupamento das comunidades em grupos homogêneos (a), com sugestão de grupos pelo método Elbow (linha tracejada) (b)	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Indicadores de saúde utilizados na literatura como variáveis respostas em correlações com indicadores das categorias SAN, INT e CLIM.....	40
Tabela 3.2 – Indicadores de saúde (variáveis respostas) correlacionados com 33 fatores socioambientais (preditores) de três tipologias de comunidades rurais de Goiás, Brasil	60
Tabela 3.3 – Resultados das variáveis respostas e indicadores (preditores) utilizados na modelagem estatística, destacando as colunas com os indicadores que demonstraram associação com as arboviroses dengue, Zika e/ou chikungunya	65
Tabela 3.4 – Resultados dos indicadores (preditores) restantes utilizados na modelagem estatística, destacando as colunas com os indicadores que demonstraram associação com as arboviroses dengue, Zika e/ou chikungunya.....	66
Tabela 3.5 – p-valores dos modelos de regressão linear, com respectivos valores do intervalo de confiança, em relação às variáveis identificadas como associadas às soroprevalências para dengue, Zika e/ou chikungunya em comunidades rurais de Goiás, Brasil	67
Tabela 3.6 – Modelos de regressão múltipla das soroprevalências para dengue, Zika e chikungunya em função de indicadores socioambientais em comunidades rurais de Goiás, Brasil.....	69
Tabela 4.7 – Criadouros com suspeitos de <i>Aedes aegypti</i> com ocorrência nas comunidades rurais de Goiás, Brasil, comparado com dados da literatura	87
Tabela 4.8 – Resultados das variáveis utilizadas nas análises de correlação de <i>Pearson</i> e de <i>Cluster</i>	91
Tabela 4.9 – Relação entre soroprevalências para dengue e/ou Zika e/ou chikungunya e o número de criadouros de culicídeos vetores, apresentada pelo coeficiente de correlação de <i>Pearson</i>	92

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Divisão por categorias das variáveis com seus principais indicadores considerados na literatura como agravantes à existência de <i>Aedes aegypti</i> e arboviroses	39
Quadro 4.2 – Quantidade de criadouros com e sem suspeita de <i>Aedes aegypti</i> e positividade para dengue, Zika e chikungunya com respectivas soroprevalências, em comunidades rurais de Goiás, Brasil	89

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASPP	Aterro Sanitário de Pequeno Porte (local)
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CHRS	<i>Center for Hydrometeorology and Remote Sensing</i>
CHIKV	Vírus chikungunya
DENV	Vírus dengue
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
GO	Goiás
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Intervalo de Confiança
IgG	Anticorpos da Classe IgG (imunoglobulina G)
IgM	Anticorpos da Classe IgM (imunoglobulina M)
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
LI	Limite Inferior
LS	Limite Superior
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MS	Ministério da Saúde
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional do Brasil
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
PERSIANN	<i>Precipitation Estimation from Remotely Sensed Information using Artificial Neural Networks</i>
PNSB	Política Nacional de Saneamento Básico

PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
Plansab	Plano Nacional de Saneamento Básico
PSSR	Plano de Segurança do Saneamento Ambiental
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SNIS	Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento Básico
SanRural	Saneamento e Saúde Ambiental em Comunidades Rurais e Tradicionais de Goiás
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
Suasa	Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária
SUS	Sistema Único de Saúde
SISAGUA	Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade de Água para Consumo Humano
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFG	Universidade Federal de Goiás
ZIKV	Vírus Zika

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	25
CAPÍTULO I	27
ESTRUTURA E TEMÁTICA GERAL DA DISSERTAÇÃO	27
1.1 INTRODUÇÃO GERAL	29
1.2 QUESTÃO DE PESQUISA	31
1.3 OBJETIVOS	31
1.3.1 Geral	31
1.3.2 Específicos	32
CAPÍTULO II – ARTIGO 1	33
VARIÁVEIS AMBIENTAIS QUE SE RELACIONAM A CRIADOUROS DE <i>Aedes aegypti</i> E OCORRÊNCIAS DE DOENÇAS ARBOVIRAIS	33
2.1 INTRODUÇÃO	34
2.2 METODOLOGIA.....	35
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	37
2.4 TENDÊNCIAS E LACUNAS	48
2.5 CONCLUSÃO.....	48
2.6 AGRADECIMENTOS	49
REFERÊNCIAS	50
CAPÍTULO III – ARTIGO 2	56
RELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS SOCIOAMBIENTAIS E SOROPREVALÊNCIAS PARA ARBOVIROSES EM COMUNIDADES RURAIS DE GOIÁS, BRASIL.....	56
3.1 INTRODUÇÃO	57
3.2 METODOLOGIA	58
3.2.1 Área de estudo	58
3.2.2 Seleção e obtenção dos indicadores	59
3.2.2 Análise estatística.....	63
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	64
3.3.1 Correlação apresentada pela análise de regressão linear com uma única variável preditora	67
3.3.1 Correlação apresentada pela análise de regressão múltipla	68
3.3.1 Considerações finais	70
3.4 CONCLUSÃO.....	72
3.5 RECOMENDAÇÕES	74

3.6 AGRADECIMENTOS	74
REFERÊNCIAS	74
CAPÍTULO IV – ARTIGO 3.....	82
ASPECTOS PERIDOMICILIARES EM COMUNIDADES RURAIS DE GOIÁS, BRASIL, COM	
FAMÍLIAS AFETADAS POR ARBOVIROSES.....	82
4.1 INTRODUÇÃO	83
4.2 METODOLOGIA	84
4.2.1 Aspectos do peridomicílio	84
4.2.2 Soroprevalência para arboviroses	85
4.2.3 Análise estatística.....	85
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	86
4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	93
4.5 CONCLUSÃO	95
4.6 AGRADECIMENTOS	95
REFERÊNCIAS	96
CAPÍTULO V.....	100
CONSIDERAÇÕES FINAIS E PANORAMA DO SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL E	
CENÁRIO PARA POTENCIAIS CRIADOUROS DE <i>Aedes aegypti</i>	100
5.1 RECOMENDAÇÕES.....	106
5.2 CONCLUSÕES GERAIS.....	106
REFERÊNCIAS	107
APÊNDICE 1 – MUNICÍPIOS GOIANOS E RESPECTIVAS COMUNIDADES RURAIS E	
TRADICIONAIS DE GOIÁS, BRASIL, ENVOLVIDAS NA ÁREA DE ESTUDO DA	
PRESENTE PESQUISA.....	111
APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO E <i>CHECKLIST</i> PARA DIAGNÓSTICO DAS FAMÍLIAS DAS	
COMUNIDADES RURAIS E TRADICIONAIS SOBRE SAÚDE E SANEAMENTO	
BÁSICO	112
APÊNDICE 3 – CÓDIGO DE EXECUÇÃO NO R STÚDIO PARA INVESTIGAR RELAÇÃO	
ENTRE ARBOVIROSES E VARIÁVEIS SOCIOAMBIENTAIS DO ARTIGO 2	113

APRESENTAÇÃO

Arboviroses transmitidas pelo mosquito *Aedes aegypti* como dengue, Zika e chikungunya são uma realidade presente que se configurou como um problema de saúde pública não somente em populações urbanas como também em comunidades rurais. Estudos sobre a relação entre essas arboviroses e variáveis ambientais aliadas às condicionantes do saneamento básico na área rural são escassos. Algumas dessas doenças, até então consideradas principalmente urbana, estão presentes também em área rural e são negligenciadas em diversos países.

As epidemias de doenças como dengue não se restringem às áreas urbanas, podendo se expandir para o meio rural pelo avanço geográfico (BANERJEE *et al.*, 2015). Isto reforça a importância de a vigilância entomológica nas regiões rurais ser desenvolvida de forma contínua para evitar risco substancial na transmissão de arboviroses devido à capacidade de alcance dos arbovírus (OVERGAARD *et al.*, 2017).

Sobretudo, a capacidade de disseminação de determinada arbovirose que pode ocorrer por transmissão transovariana do vírus, onde considerados percentuais das fêmeas filhas de um espécime infectado, já nasce infectado (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994). Os ovos do *Aedes aegypti* resistem a longos períodos de baixa umidade, ficando até 450 dias no seco, característica biológica essa que permite a sua viabilidade por meses e, conseqüentemente, podendo ser transportado ampliando sua distribuição geográfica (IOC/FIOCRUZ, 2016; SARDÃO, 2016).

Dessa forma, variáveis do ambiente como as climatológicas, aliadas às de saneamento básico, socioeconômicas e demográficas são determinantes para a existência de arbovírus, os quais interferem sobremaneira na qualidade de vida das pessoas. Independente se a região é urbana ou rural, aspectos do ambiente como disponibilidade de água, temperatura, umidade relativa do ar e altitude são fatores de risco para arboviroses (MAHMUD *et al.*, 2019; ALI e AHMAD, 2019), as quais variam em números de casos conforme o período do ano. No entanto, na disseminação dessas doenças os vetores variam conforme a estação e a região (KRYSTOSIK *et al.*, 2020). No verão, a elevação da temperatura e a intensificação das chuvas são situações que propiciam a eclosão de ovos do mosquito *Aedes aegypti* (IOC/FIOCRUZ, 2016), em consequência ocorrem mais notificação de doenças arbovirais.

Nesse sentido, o presente trabalho foi estruturado em capítulos e visa instigar as principais discussões a respeito da associação entre variáveis ambientais relacionadas a criadouros de

Aedes aegypti e, conseqüentemente, às arboviroses dengue, Zika e chikungunya. Assim como, nessa temática essa dissertação explora analiticamente diversas produções técnico-científicas internacionais e institucionais vigentes, além de apresentar estudos de caso envolvendo comunidades rurais e tradicionais do estado de Goiás, Brasil.

Adivânia Cardoso da Silva

Engenheira Sanitarista e Ambiental

dezembro/2022.

CAPÍTULO I

ESTRUTURA E TEMÁTICA GERAL DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação está estruturada em cinco capítulos:

Capítulo I – Introdução geral, questão de pesquisa e objetivos;

Capítulo II – Artigo 1: “Variáveis ambientais que se relacionam a criadouros de *Aedes aegypti* e ocorrências de doenças arbovirais”;

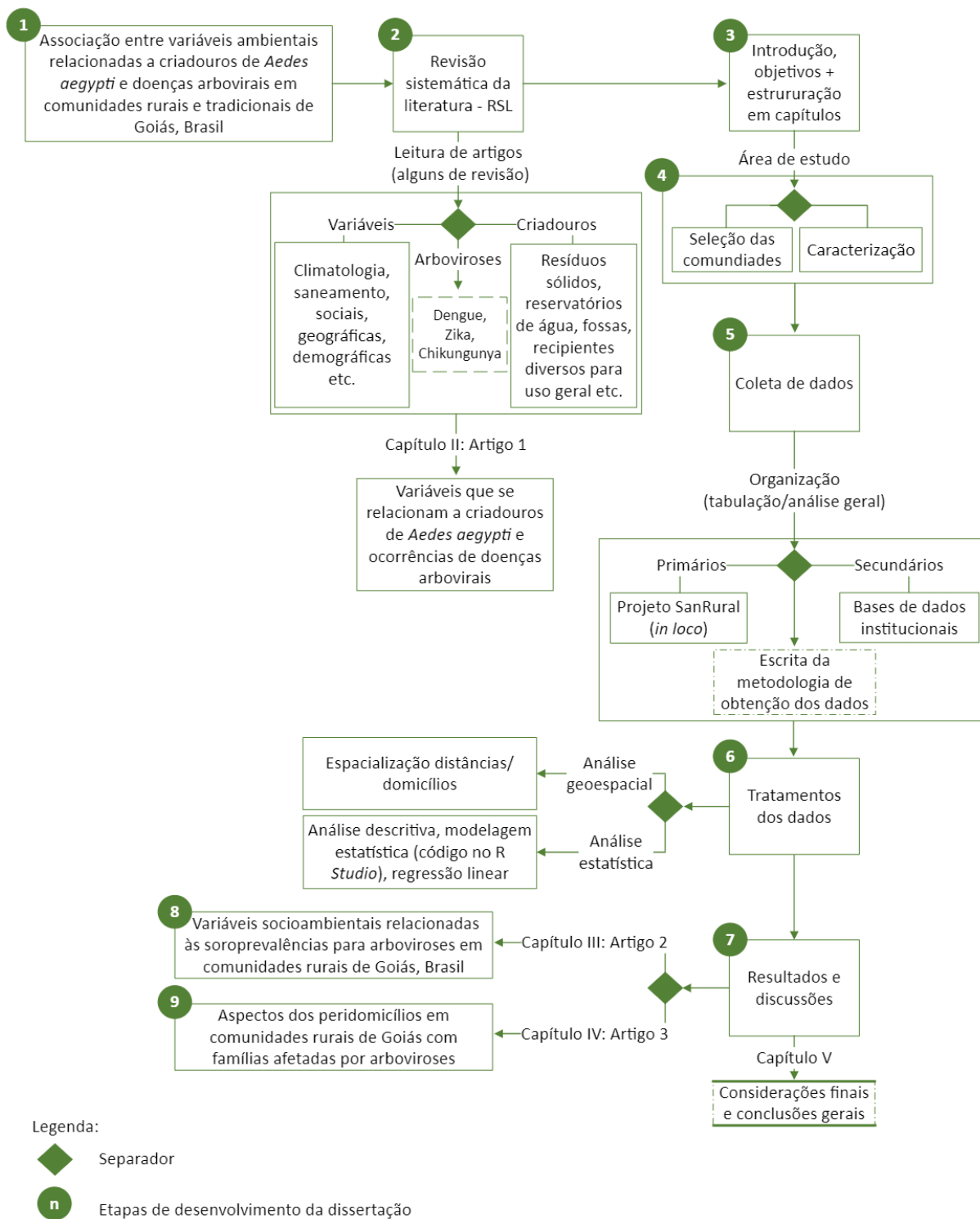
Capítulo III – Artigo 2: “Relação entre variáveis socioambientais e soroprevalências para arboviroses em comunidades rurais de Goiás, Brasil”;

Capítulo IV – Artigo 3: “Aspectos peridomiciliares em comunidades rurais de Goiás, Brasil, com famílias afetadas por arboviroses”; e

Capítulo V – Considerações finais, conclusões, referências e apêndices.

A Figura 1.1 ilustra as etapas da pesquisa, as quais estão identificadas numericamente.

Figura 1.1 – Fluxograma das etapas de desenvolvimento da presente dissertação



1.1 INTRODUÇÃO GERAL

Uma das metas da Organização das Nações Unidas (ONU) e seus parceiros no Brasil é poder atingir os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), preconizados pela Agenda 2030¹. Os quais, por meio do pensar global e agir local, objetivam acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente, o clima e garantir que as pessoas possam desfrutar de paz e prosperidade (ONU/BRASIL, 2021).

Na Agenda 2030, dos 17 objetivos do ODS, cita-se especificamente um que trata da saúde e bem-estar e visa o término das doenças tropicais negligenciadas (ODS 3). Outro objetivo preconiza assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todo ser humano (ODS 6). Com foco, dentre outros, em alcançar o acesso universal e equitativo à água potável e segura e ao saneamento e higiene adequados para todos (ONU, 2015).

Considerando relação estreita entre saneamento e saúde, embora as metas dos ODS sejam ousadas, se faz necessária para motivar a efetivação de políticas públicas locais principiante no Brasil, como em áreas rurais, principalmente. Visto que, doenças transmitidas pelo mosquito do tipo *Aedes aegypti* e/ou *Aedes albopictus* estão disseminadas no País e podem estar associadas à ausência e/ou precariedade na oferta de serviços de saneamento básico para garantia de salubridade ambiental.

O *Aedes aegypti* é um mosquito presente em muitos países do mundo e vetor de várias arboviroses, tais como: dengue, Zika, chikungunya e febre amarela (OMS/OPAS, 2019; CDC, 2016). No Brasil, algumas dessas doenças são de alta incidência. Por exemplo, em 2021 ocorreram 534.743 casos prováveis de dengue, 95.852 de chikungunya e 6.143 de Zika no País (BRASIL, 2021). “Condições socioeconômicas precárias, com inequidades sociais e inadequado ordenamento ambiental favorecem a transmissão no País” (ROCHA *et al.*, 2019).

A dengue é endêmica em muitas nações sendo um dos mais graves problemas de saúde atual que varia de sintomas leves de gripe a febres hemorrágicas. É uma doença infecciosa febril aguda grave cujo agente etiológico é um vírus do gênero Flavivírus, um arbovírus em circulação com quatro diferentes sorotipos, DENV-1 a DENV-4 (OMS, 2019; BRASIL, 2020a).

¹Agenda 2030: criada em 2015 com objetivos a cumprir até o ano de 2030, é um plano de ação em que 193 Estados-membros da ONU estabeleceram 17 ODS, reconhecendo que é preciso, dentre outros, erradicar a pobreza em todas as suas formas e dimensões e promover o desenvolvimento econômico, social e ambiental em escala global (ONU, 2015).

A febre do chikungunya é uma doença viral do gênero Alphavirus. Foi detectada primeiramente durante um surto no sul da Tanzânia em 1952 e registrada pela OMS, em 2014, em vários países e territórios no Caribe e América do Sul (BRASIL, 2017).

Desde a primeira grande epidemia do Zika detectada em 2007 (em Yap, Micronésia), 70 países notificaram a transmissão do vírus por mosquito, em 67 deles a partir de 2015. Complicações neurológicas como encefalites e Síndrome de Guillain-Barré são exemplos de doenças potencialmente associadas à infecção pelo vírus Zika. A microcefalia é um dos principais problemas, ocorrendo malformação congênita grave no qual o cérebro do feto, uma vez herdado o vírus, se desenvolve de maneira inadequada (BRASIL, 2016; OPAS, 2017).

Devido a não existência de uma vacina eficiente, a melhor medida preventiva de reduzir o risco de contrair essas arboviroses é combater o mosquito vetor eliminando seus locais de reprodução. Habitats principais ao ar livre, tais como: tanques e recipientes artificiais de armazenamento de água para uso doméstico; garrafas e latas descartadas; pneus descartados e tambores para coletar água da chuva (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994; SUWANNAPONG *et al.*, 2014; OMS, 2019).

Assim, criadouros do agente transmissor podem advir da falta de gestão dos resíduos sólidos (MANRIQUE-SAIDE *et al.*, 2008; ROSEGHINI *et al.*, 2019; BRASIL, 2019b). Todavia, o mosquito se prolifera em diferentes meios, tanto em resíduos orgânicos com fluidos açucarados dispostos no peridomicílio, contendo acúmulo de água (DIENG *et al.*, 2018), quanto em estruturas precárias de afastamento de esgoto doméstico comum nas regiões rurais, como as fossas rudimentares (BARRERA *et al.*, 2008). Ou, até mesmo, se proliferar em estruturas de drenagem das águas pluviais, como nos ralos de chuvas e bueiros (PAPLOSKI *et al.*, 2016). Além de o déficit em saneamento permitir também o armazenamento inadequado de água pela população em potes/barris e caixas d'água, o que favorece a atração de vetores, especialmente quando o seu tamponamento ocorre de forma incorreta (SARDÃO, 2016).

Logo, em decorrência da alta incidência de arboviroses no Brasil e aos poucos estudos relacionados (até então) sobre essa temática de pesquisa, justifica-se verificar o quão algumas variáveis socioambientais se associam à existência de diferentes criadouros de *Aedes* e a ocorrência de doenças arbovirais em comunidades rurais de Goiás (Brasil). Essa proposição servirá como ferramenta de gestão municipal para tomadas de decisões quanto à prevenção e controle de arbovírus principalmente no meio rural.

1.2 QUESTÃO DE PESQUISA

Nas Américas, aproximadamente 500 milhões de pessoas podem ser infectadas com a dengue (OMS/OPAS, 2019). No Brasil, as infecções por dengue, Zika e chikungunya se tornou comum, resultando em um problema de saúde pública generalizado. Essas doenças têm alguns aspectos em comum, o vetor *Aedes aegypti* e a ausência de medidas de prevenção do tipo vacinas introduzidas nos programas nacionais de imunização, bem como, de um tratamento com medicamentos antivirais. Assim, os procedimentos recomendados consistem em aliviar os sintomas que causem desconforto ao infectado e reduzir a população do mosquito transmissor por meio da eliminação de criadouros.

Todavia, uma série de fatores pode contribuir para a disseminação das arboviroses que atingem o ser humano nos ambientes rural e urbano. Por exemplo, a inadequada disposição de resíduos sólidos no peridomicílio resulta no aumento de locais propícios ao desenvolvimento de vetores, o que favorece a permanência e a propagação do mosquito *Aedes aegypti*, podendo atingir os moradores e transmitir arbovírus (FREITAS; OLIVEIRA, 2009).

Nesse contexto, o conhecimento das variáveis que podem implicar na existência de criadouros do vetor *Aedes aegypti* merece atenção para que seja possível medidas mais assertivas em torno de vigilância epidemiológica, prevenção de doenças arbovirais e promoção da saúde.

Quanto à relevância científica e social dessa pesquisa, ela contribui para o avanço do conhecimento, pois a investigação no mundo todo sobre as arboviroses transmitidas pelo mosquito *Aedes aegypti* no meio rural e sua correlação com as variáveis socioambientais, determinantes para a existência de potenciais criadouros do vetor, é deficiente. Logo, principalmente para o Estado de Goiás os municípios os quais são área de estudo da presente pesquisa terão uma ferramenta de gestão para o controle e prevenção de arbovírus em suas comunidades rurais.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Geral

Verificar relação entre variáveis socioambientais, criadouros de *Aedes aegypti* e soroprevalências para dengue, Zika e Chikungunya em comunidades rurais e tradicionais do

estado de Goiás, Brasil.

1.3.2 Específicos

- Identificar e avaliar a pertinência das variáveis ambientais que segundo a literatura agravam à existência de criadouros de *Aedes aegypti* e disseminação de dengue, Zika e/ou chikungunya no ambiente rural (Artigo 1);
- Investigar correlações entre soroprevalência da dengue, Zika e chikungunya e variáveis socioambientais que podem agravar à existência de criadouros de *Aedes aegypti* e/ou ocorrência de doenças arbovirais em comunidades rurais e tradicionais de Goiás, Brasil (Artigo 2);
- Identificar os principais locais que podem favorecer a reprodução do vetor *Aedes aegypti* no peridomicílio em comunidades rurais de Goiás com famílias afetadas por dengue, Zika e/ou chikungunya, bem como analisar a relação entre as quantidades de criadouros encontrados e os índices de soroprevalências para as três arboviroses (Artigo 3).

CAPÍTULO II – ARTIGO 1

VARIÁVEIS AMBIENTAIS QUE SE RELACIONAM A CRIADOUROS DE *Aedes aegypti* E OCORRÊNCIAS DE DOENÇAS ARBOVIRAIS

Silva, A.C.; Scalize, P. S.

RESUMO

Surtos de dengue, Zika e chikungunya são realidades que se manifestam em quase todo o mundo. São doenças cujo principal vetor é o *Aedes aegypti*. Um sinantrópico que necessita de três fatores para sobreviver, água, alimento e abrigo, disponíveis sob condições socioambientais favoráveis. O objetivo foi identificar e avaliar a pertinência de quais variáveis ambientais agravam à existência de criadouros de *Aedes aegypti* e/ou ocorrência de dengue, Zika e/ou chikungunya na área rural. Realizou-se uma revisão sistemática da literatura (RSL) com busca de publicações usando *Strings* na base de dados *Scopus*, em 2022, e analisaram-se os trabalhos quali-quantitativamente. A busca resultou em 1007 produções, onde 50 foram pertinentes ao tema, as quais apresentaram 16 variáveis distintas envolvendo três categorias, saneamento (SAN), climatologia (CLIM) e fatores socioambientais, denominada “integrativa (INT)”. A utilização de duas ou mais categorias foi presente em 52% dos artigos, com destaque à combinação SAN + INT. 16% dos trabalhos incluíram as áreas rurais, relacionando as arboviroses nessas regiões, principalmente, às condições socioeconômicas e de saneamento. Assim, a identificação das 16 variáveis que favorecem a disseminação de arboviroses é um facilitador na vigilância entomológica, pois se investigadas numa análise do processo saúde-doença podem contribuir para um melhor entendimento dos fatores a considerar na tomada de decisão rumo a prevenção de doenças e promoção da saúde.

Palavras-chave: Variáveis ambientais preditoras. Saúde ambiental rural. Arbovírus.

2.1 INTRODUÇÃO

Doenças arbovirais como dengue, Zika e chikungunya são de alta incidência principalmente em países de clima tropical ou subtropical, e tem como principal vetor a fêmea do *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (Linnaeus 1972) que passa a carregar o arbovírus após picar uma pessoa infectada com um dos sorotipos da doença (OMS/OPAS, 2019). É uma espécie de mosquito diurno, de coloração preta, com listras e manchas brancas. Seu ciclo de vida compreende quatro fases (ovo, larva, pupa e forma adulta), que varia conforme a quantidade de larvas existentes no mesmo berçário, a temperatura e a disponibilidade de alimentos (OPAS, 1986). Logo, para diminuir a sua proliferação é necessário interromper o seu ciclo de vida por meio da eliminação de criadouros que, em geral, se faz presente nos arredores de habitações humanas (IOC/FIOCRUZ, 2019; CDC, 2020).

Devido à estreita relação entre o *Aedes aegypti* e o ser humano, a transmissão de arboviroses na zona urbana é favorecida (McBRIDE *et al.*, 1998) em função da maior disponibilidade de locais para a ambientação do vetor. Porém, oportunamente o mosquito se adequa também na zona rural, seja graças às condições ambientais favoráveis e/ou, segundo Claro *et al.* (2006), em virtude da falta ou precariedade de saneamento básico que propicia os potenciais criadouros de vetores e consequentemente a disseminação de doenças.

Na literatura, publicações atinentes às variáveis ambientais em associação com as arboviroses dengue, Zika e/ou chikungunya se relacionam principalmente a diversos cenários do ambiente urbano (TUNALI *et al.*, 2021; KHALID; GHAFAR, 2015; CORDEIRO *et al.*, 2011).

Todavia, é crescente a discussão sobre a temática, inferindo que as mesmas variáveis, ou similares, favorecem a difusão dessas doenças também no ambiente rural devido à presença do vetor, seja aliado as questões ambientais, de saneamento básico e/ou sociodemográficas (RAHMAN *et al.*, 2021; PAUL *et al.*, 2020; NAGÃO *et al.*, 2003), dentre outros fatores. Em consequência, vem aumentando nos últimos anos a quantidade de pessoas que encontraram estas arboviroses no meio rural (MAI *et al.*, 2018; MUHAMMAD AZAMI *et al.*, 2011), colocando em risco a saúde desta população. Assim, é necessário conhecer as variáveis preditoras que podem implicar na existência de criadouros do vetor *Aedes aegypti*, para que seja possível medidas mais assertivas em torno de vigilância epidemiológica, prevenção de arboviroses e promoção da saúde.

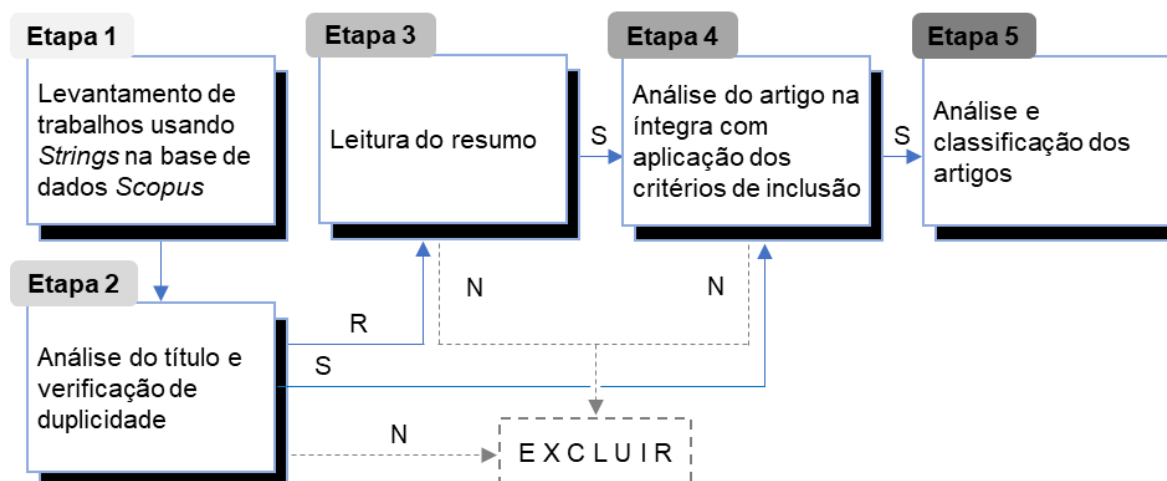
Nesse contexto, para uma melhor compreensão e exposição dessas variáveis, pode-se realizar a revisão sistemática da literatura (RSL). A RSL se refere a técnica de coletar, conhecer, compreender, aplicar, analisar, sintetizar e avaliar a literatura como suporte a determinado assunto ou método pesquisado (LEVY; ELLIS, 2006).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi identificar e avaliar a pertinência de quais são as variáveis ambientais consideradas na literatura como agravantes à existência de locais para o desenvolvimento do mosquito *Aedes aegypti* e/ou ocorrência de dengue, Zika e/ou chikungunya na área rural.

2.2 METODOLOGIA

A pesquisa consiste em cinco etapas (Figura 2.2). A primeira etapa foi dedicada ao levantamento de trabalhos técnico-científicos, com a escolha das palavras-chave que se relacionam ao objeto da pesquisa usando as *Strings*: (dengue OR zika OR chikungunya OR “*Aedes aegypti*”) AND [(climatology OR “climate conditions” OR climate OR rainfall) OR (“basic sanitation” OR sanitation) OR (“solid wastes” OR waste OR trash OR garbage OR junk OR rubbish) OR (sewage OR “sanitary sewage” OR “domestic sewage”) OR (water OR “water supply” OR “potable water”) OR (drainage OR rainwater OR “rainwater management”)], no sistema de busca na base de dados do *Scopus* da *Elsevier*.

Figura 2.2 – Fluxograma das etapas de desenvolvimento da revisão sistemática da literatura, na *Scopus*



Nota: S = Pertinente ao tema; R = revisar pertinência; N = Não pertinente ao tema.

Fonte: autores.

Após levantamento e tabulação, os trabalhos foram analisados não restringindo aos aspectos como idioma, série temporal, tipo de documento (como artigo, livro, capítulo de livro, trabalhos de conferências, editoriais, carta), área (rural/urbana) e país de estudo.

Quanto à pertinência ao tema, foram classificados como não relevante (N), relevante (S), revisar pertinência (R), sendo os “S” realizada leitura integral dos trabalhos e os “R” realizada leitura do resumo, para excluí-los ou não, juntamente com os “N”.

Dessa forma, na Etapa 2, a partir das produções selecionadas na Etapa 1, os trabalhos foram analisados quanto ao título a fim de excluir àqueles inadequados à temática e os duplicados/sobrepostos. Onde, os classificados como “S” foram de imediato reservados para a etapa de leitura na íntegra. Em sequência, na terceira etapa, os trabalhos da Etapa 2 classificados como “R” foram revisados quanto à pertinência e analisados através da leitura do resumo. Sendo encaminhados para a quarta etapa os “S”, ou seja, àqueles cuja temática se referiam aos estudos sobre associação envolvendo variáveis ambientais, criadouros de *Aedes aegypti* e prevalência ou incidência de arboviroses.

Na quarta etapa, em cada trabalho “S” resultante da terceira etapa realizou-se uma análise quali-quantitativa aliada à estatística descritiva, conforme metodologia de Snyder (2019), cuja revisão é utilizada para identificar as evidências que se enquadram nos critérios de inclusão pré-estabelecidos para responder a determinada questão de pesquisa. Dessa forma, os elementos chave de verificação foram: a) o vetor é *Aedes aegypti* (sim; outro, qual?); b) qual tipo de arbovirose (dengue, Zika e/ou chikungunya); c) considerava os resíduos sólidos como criadouros de *Aedes aegypti* (não; sim, quais?); d) tratava estatisticamente a relação entre outro componente do saneamento básico (abastecimento de água, esgotamento sanitário ou manejo das águas pluviais); e) considerava uma ou mais variável climatológica (como temperatura, precipitação, umidade relativa do ar), se sim, f) quais análises e componentes e/ou variáveis? Após tabulação desses elementos chave de análise, aplicaram-se os seguintes critérios de inclusão: i) ser estudo de associação/correlação ou similar; e ii) deve apresentar associação com variáveis ambientais (saneamento, climáticas, socioecológicas e socioculturais).

A Etapa 5 foi uma fase de reanálise e detalhamento dos trabalhos pertinentes resultantes da Etapa 4. Onde, em posse de um conjunto de dados do tipo matriz de informações quali-quantitativas, evidenciando os elementos chave de discussão, os trabalhos foram classificados. Assim, a partir dos resultados encontrados pelos autores, foram identificadas e separadas por categorias as variáveis (e principais indicadores) as quais demonstraram maior

significância na associação com o vetor *Aedes aegypti* aliada à incidência de dengue, Zika e/ou chikungunya.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

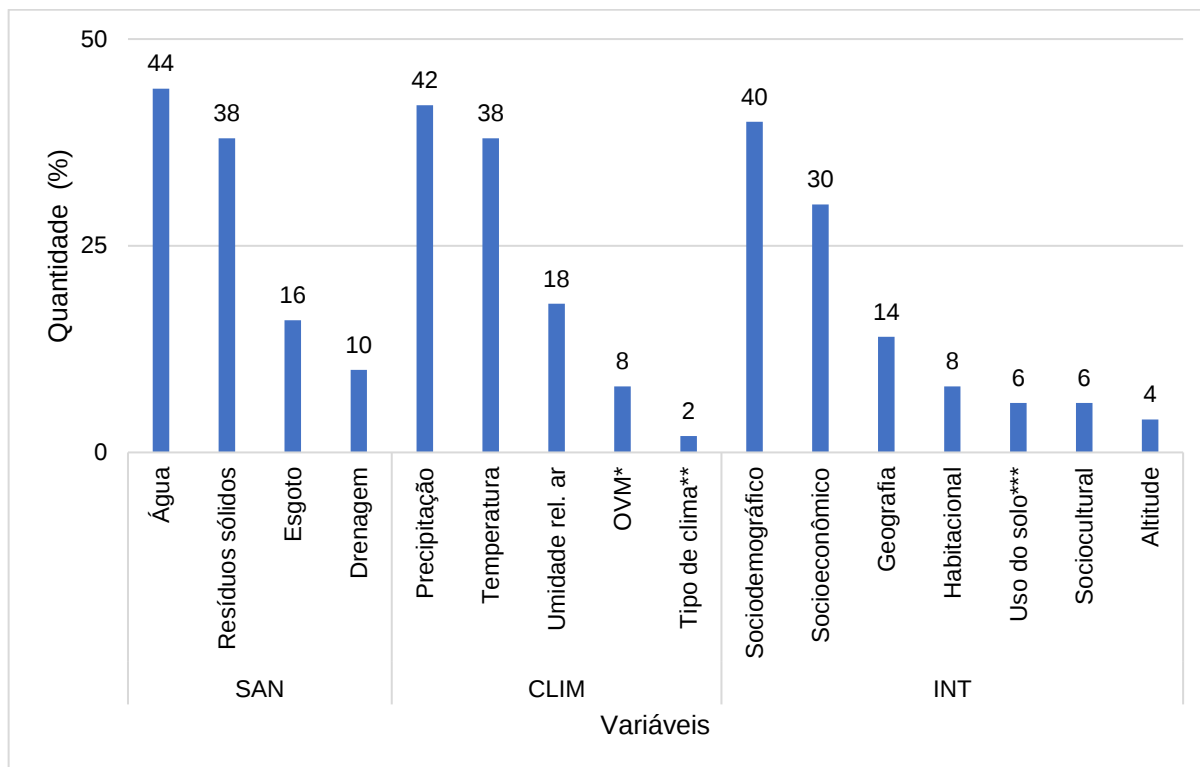
A busca bibliográfica na primeira etapa resultou em 1007 publicações. Após a análise na segunda etapa, excluiu-se 252 trabalhos sobrepostos/duplicados e/ou inadequados à temática, resultando em 755 trabalhos, dos quais 630 foram excluídos na terceira etapa, pois não se tratava de estudos sobre associação entre variáveis ambientais, criadouros de *Aedes aegypti* ou outro vetor transmissor como o *Aedes albopictus* e ocorrência de arboviroses. Na etapa 4, ao aplicar os critérios de inclusão nos 125 trabalhos restantes, foram selecionados 50 artigos e excluídos 75. Logo, na quinta etapa, 50 artigos foram classificados, pois atenderam aos critérios de seleção quanto à pertinência ao tema do estudo. Sendo que ao todo, 957 trabalhos foram excluídos nessa revisão da literatura.

No processo de identificação das variáveis, observou-se que foi a partir de 1995 que as produções associaram fatores ambientais com criadouros de *Aedes aegypti* e ocorrência de doenças arbovirais. E entre as três arboviroses pesquisadas, a mais citada nos artigos foi a dengue (e/ou febre hemorrágica da dengue), com presença em 92,0% das publicações, a Zika e a chikungunya em 20,0% e 22,0%, respectivamente. Sendo o vetor *Aedes aegypti* associado em 52,0% dos artigos e citado com o *Aedes albopictus* em 26,0%. O restante dos artigos (22%) não associava a um tipo específico de *Aedes*.

Assim, dentre os 50 artigos analisados, em função das especificidades de cada um, identificou-se 16 variáveis distintas, o que permitiu agrupá-las em três categorias, a saber: saneamento (SAN), climatológica (CLIM) e integrativa (INT) (Figura 2.3).

Na categoria SAN, as variáveis “Água” (44%) e “Resíduos sólidos” (38%) se destacaram entre as mais utilizadas, as quais representaram o saneamento básico, respectivamente, os componentes “Abastecimento de água” e “Manejo de resíduos sólidos”. Dentre as variáveis mais utilizadas e, em percentuais similares, nota-se na categoria CLIM, as variáveis “Precipitação” (42%) e “Temperatura” (38%) sendo os elementos meteorológicos de maior significância considerados pelos autores nas análises de associação com pelo menos uma das doenças arbovirais dengue, Zika e chikungunya e/ou com o vetor transmissor. Dentro da categoria INT, em 97,1% (34/35) dos artigos, as variáveis que a compõem foram associadas a uma ou mais variáveis das categorias SAN e/ou CLIM, com ênfase às variáveis “sociodemográfico” e “socioeconômico”.

Figura 2.3 – Divisão por categorias das variáveis encontradas nos artigos as quais foram relacionadas com uma ou mais arbovirose e/ou com o vetor na temática pesquisada



Nota: SAN = saneamento; CLIM = climatológica; INT = integrativa; *Outras variáveis meteorológicas (velocidade do vento, rajada, horas de insolação, pontos de orvalho e déficit de saturação.); **Tropical, subtropical e semiárido.; ***Área urbanizada, agrícola e pastagem.

Fonte: autores.

No Quadro 2.1, observam-se os principais indicadores por categoria de variável os quais foram utilizados nas publicações sobre a temática da presente revisão. Observam-se que 70 indicadores foram utilizados por diferentes estudos que os relacionaram com indicadores de saúde.

Na Tabela 2.1, são apresentados os indicadores de saúde utilizados nas publicações sobre associação com os diferentes indicadores das categorias SAN, CLIM e/ou INT. Os casos de notificação (50%) foi o dado mais utilizado nas publicações, seguido de dados sobre positividade (26%) para as arboviroses dengue, Zika e/ou chikungunya, com ou sem indicação no artigo do método de investigação viral, e a utilização de dados de incidência foi em 10% dos trabalhos. Os 14% restantes das publicações não trataram de correlações com as arboviroses e sim com criadouros do vetor transmissor, *Aedes aegypti* e/ou *Aedes albopictus*.

Quadro 2.1 – Divisão por categorias das variáveis com seus principais indicadores considerados na literatura como agravantes à existência de *Aedes aegypti* e arboviroses

Categoria	Variável	Indicador
Saneamento (SAN)	Água (AG)	AG1) Proporção com AG encanada; AG2) Acesso deficitário à infraestrutura municipal de AG; AG3) Proporção de domicílios particulares permanentes cuja forma de abastecimento de AG não se dá pela rede geral; AG4) Presença de recipiente com AG e larva (pneus, potes, vasos de flores e barris).
	Resíduos sólidos (RS)	RS1) Porcentagem de coleta de RS por serviço de limpeza; RS2) Coleta comum e seletiva de RS; RS3) Proporção de domicílios particulares permanentes em que o RS é queimado, enterrado, jogado em terreno baldio ou logradouro, rio, lago, mar, ou outro destino; RS4) Acúmulo de resíduos sólidos no entorno do domicílio; RS5) Existência de RS espalhados e/ou acumulados no peridomicílio.
	Esgoto (EG)	EG1) Taxa de domicílios com rede de EG; EG2) Proporção de residências com fossa séptica; EG3) Domicílios sem serviço EG.
	Drenagem (DR)	DR1) Proporção de residências com rede pluvial; DR2) ausência ou não de sistema de captação de águas pluviais; DR3) Presença de água estagnada em furos de DR internos.
Integrativa (INT)	Sociodemográfico (SD)	SD1) Densidade demográfica; SD2) Percentual de pessoas residente na zona rural; SD3) Número de membros da família da casa; SD4) Escolaridade; SD5) Sexo; SD6) Cor/raça; SD7) Idade; SD8) Estado civil; SD9) Situação ocupacional; SD10) Tempo de permanência; SD11) Afluxo de pessoas.
	Socioeconômico (SE)	SE1) Renda mensal per capita; SE2) Produto Interno Bruto per capita; SE3) Taxa de desemprego; SE4) Índice de Gini; SE5) Porcentagem de vulneráveis à pobreza; SE6) Índice de desenvolvimento humano; SE7) Eletricidade
	Habitacional (HB)	HB1) Tipo de construção; HB2) Portas ou janela com tela; HB3) Sarjeta; HB4) Número de cômodos; HB5) Uso de mosquiteiro, repelente e fumigação dentro de casa.
	Geografia (GE)	GE1) Distância do domicílio a locais com alto potencial para densidade larval (cemitério, lixões etc.), GE2) a corpos d'água ou curso mais próximo (excluindo o mar), GE3) a laticínios, GE4) a outras casas, GE5) a lojas de pneus, GE6) a viveiros de plantas e GE7) a locais abandonados.
	Uso do solo (US)	US1) Área urbanizada, arborizada e agrícola aberta; US2) Tipo de bioma; US3) Densidade de vegetação; US4) Cobertura vegetal estimada por imagem de satélite (MODIS e Landsat da Nasa).
	Sociocultural (SC)	SC1) Histórico de viagens de familiares; SC2) Frequência de limpeza de recipiente e proteção de caixa d'água; SC3) Práticas sobre armazenamento de recipientes de água, descarte de lixo e educação em saúde; SC4) Conhecimentos, percepções, atitudes e práticas da comunidade na prevenção de doenças (ACP).
	Altitude (ALT)	ALT1) Elevação altimétrica média (acima do nível do mar).
Climatológica (CLIM)	Temperatura (TE)	TE1) TE do ar média, máxima e mínima anual; TE2) Temperatura do ponto de orvalho; TE3) TE superfície terrestre.
	Precipitação (PR)	PR1) Precipitação pluviométrica média anual; PR2) Precipitação estimada (CHIRPS); PR3) Dias chuvosos; PR4) Grandes eventos de chuva.
	Umidade Ar (UR)	UR1) Umidade relativa do ar (%).
	Clima (CL)	CL1) Tipo de clima (tropical, subtropical, semiárido).
	Outras variáveis meteorológicas (OVM)	OVM1) Superfície de pressão; OVM2) Velocidade do vento; OVM3) Direção do vento; OVM4) Rajada; OVM5) Ponto de orvalho; OVM6) Déficit de saturação; OVM7) Horas de insolação.
Total de indicadores		70

Fonte: autores.

Tabela 2.1 – Indicadores de saúde utilizados na literatura como variáveis respostas em correlações com indicadores das categorias SAN, INT e CLIM

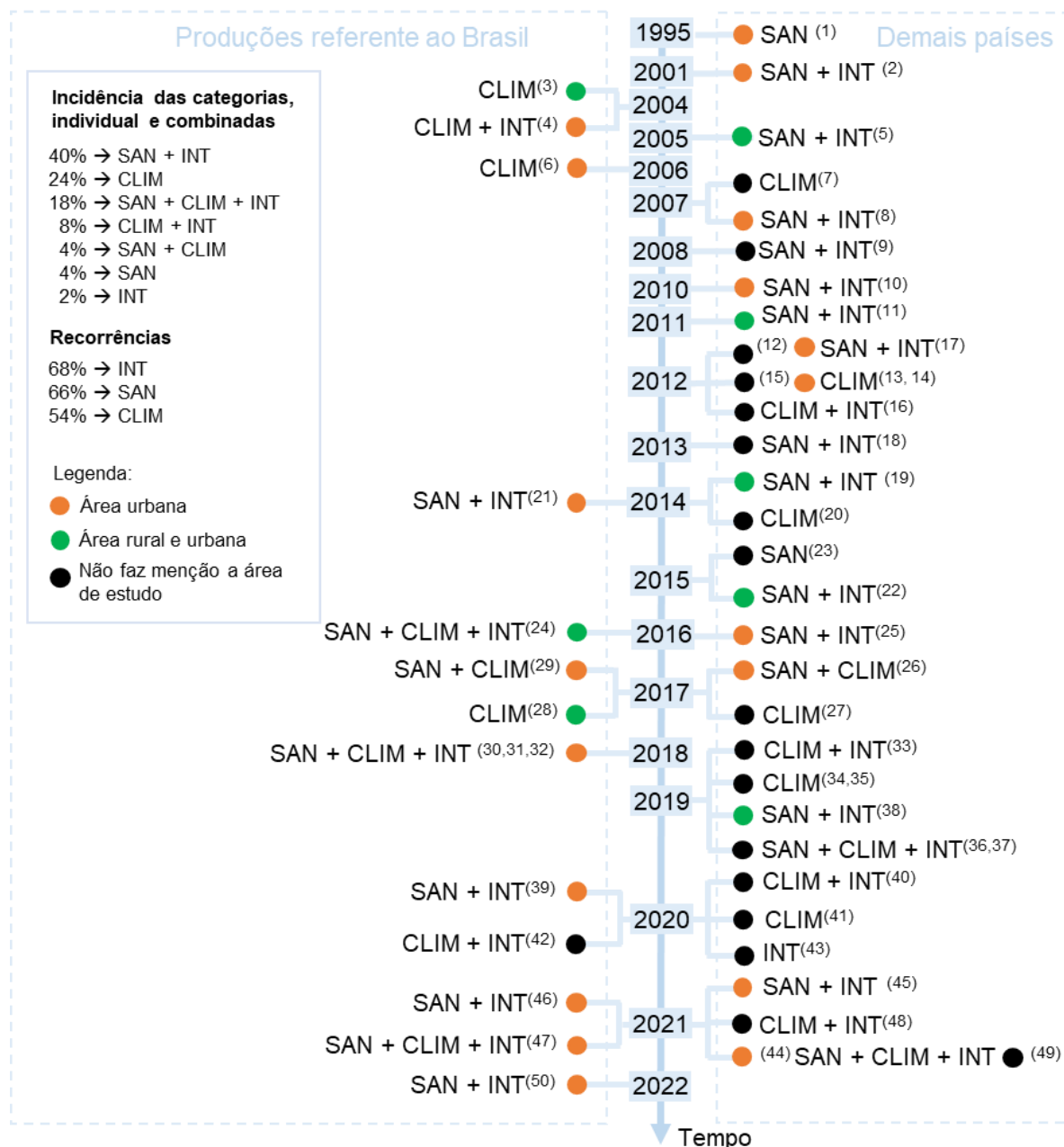
Indicador	Recorrência (%)	
Casos notificados de dengue, Zika e/ou chikungunya	50	
Incidência de dengue, Zika e/ou chikungunya	10	
Positividade para dengue, Zika e/ou chikungunya/detecção por sorologia IgG/IgM/ELISA, NS1 e/ou RT-PCR	20	86
Positividade para dengue, Zika e/ou chikungunya/*	6	
Não trataram de correlações com as arboviroses e sim com criadouros do vetor transmissor, <i>Aedes aegypti</i> e/ou <i>Aedes albopictus</i>	14	14
Total	100	100

Nota: IgG e IgM: positividade para anticorpos do tipo imunoglobulina G (classe G) ou imunoglobulina M (classe M); ELISA = ensaio de imunoabsorção enzimática; NS1 = *Non Structural*; RT-PCR = reação da transcriptase reversa seguida pela reação em cadeia da polimerase; *não faz menção ao marcador viral.

Fonte: autores.

Na Figura 2.4, destacando a esquerda o Brasil (país com mais produção na área), as publicações são apresentadas em uma linha do tempo, juntamente com a distribuição por categorias. Observam-se também as produções que trataram conjuntamente de áreas rurais e urbanas (8/50), exclusivamente urbana (22/50), envolvendo as zonas periféricas, e as que não citaram o local de estudo (20/50).

Figura 2.4 – Linha do tempo de publicações encontradas sobre variáveis ambientais e arboviroses, na base Scopus, em 2022



Nota: (1) = Barrera *et al.* (1995); (2) = Bohra e Andrianasolo (2001); (3) = Gonçalves Neto e Rebêlo (2004); (4) = Penna (2004); (5) = Thammapalo *et al.* (2005); (6) = Favier *et al.* (2006); (7) = Nitatpattana *et al.* (2007); (8) = Brunkard *et al.* (2007); (9) = Nagao *et al.* (2008); (10) = Peraza *et al.* (2010); (11) = Anish *et al.* (2011); (12) = Kholedi *et al.* (2012); (13) = Wai *et al.* (2012); (14) = Chen *et al.* (2012); (15) = Rana, Latif e Akhtar (2011); (16) = Carbajo, Cardo e Vezzani (2012); (17) = Mukhtar, Salim e Farooq (2012); (18) = Thakolwiboon *et al.* (2013); (19) = Suwannapong *et al.* (2014); (20) = An e Rocklöv (2014); (21) = Honorato *et al.* (2014); (22) = Siregar *et al.* (2015); (23) = Ballera *et al.* (2015); (24) = Rodrigues *et al.* (2016); (25) = Delmelle *et al.* (2016); (26) = Kenneson *et al.* (2017); (27) = Malik *et al.* (2017); (28) = Correia Filho (2017); (29) = Fuller *et al.* (2017); (30) = Silva e Machado (2018); (31) = Aguiar *et al.* (2018); (32) = McCormack-Gelles *et al.* (2018); (33) = Ishak, Sartika e Darmawanyah (2019); (34) = Ngweta *et al.* (2019); (35) = Tuladhar *et al.* (2019); (36) = Siregar e Makmur (2019); (37) = Mala e Jat (2019); (38) = Madewell *et al.* (2019); (39) = Gomes Mol *et al.* (2020); (40) = Sintorini, Aliyyah e Sinaga (2020); (41) = Shabbir, Pilz e Naeem (2020); (42) = Silva *et al.* (2020); (43) = Elaagip *et al.* (2020); (44) = Sánchez-Díaz *et al.* (2022); (45) = Roy *et al.* (2021); (46) = Costa *et al.* (2021); (47) = Raymundo e Andrade Medronho (2021); (48) = Morgan, Strode e Salcedo-Sora (2021); (49) = Telle *et al.* (2021) e (50) = Ferreira *et al.* (2022).

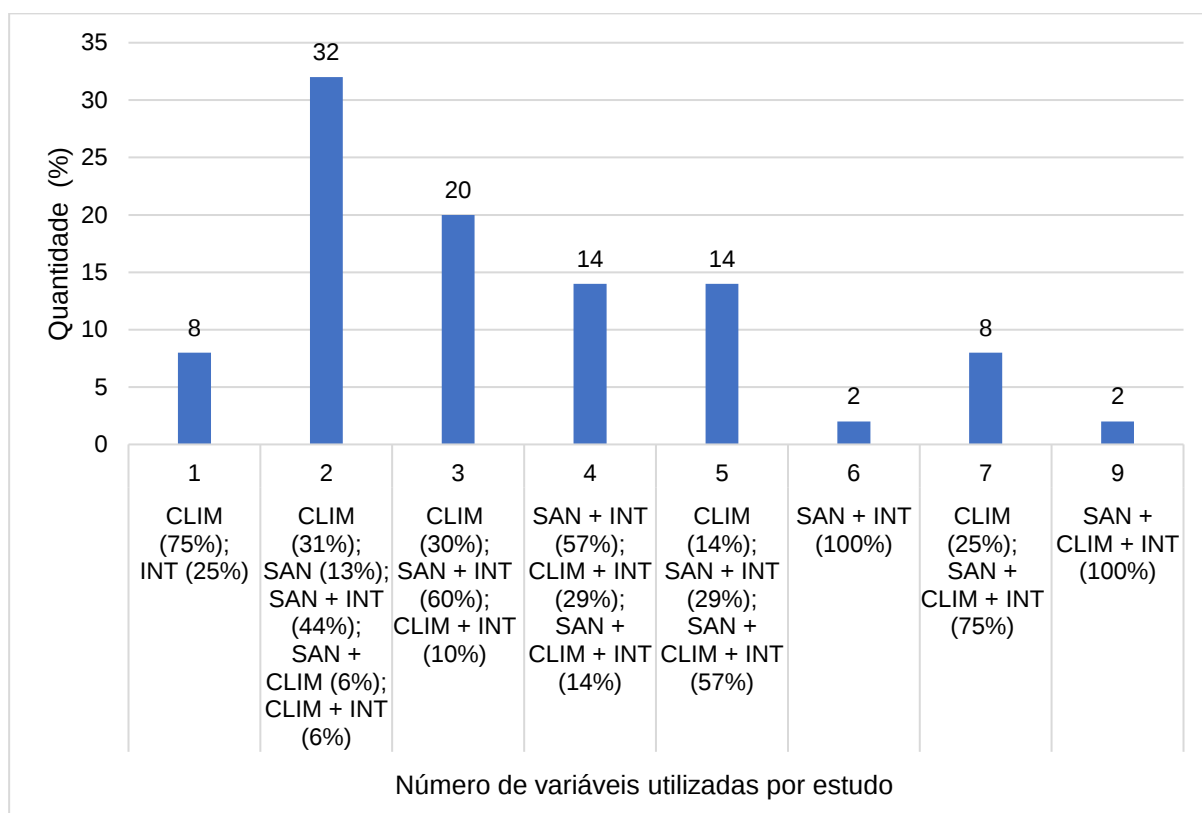
Fonte: autores.

Quanto às recorrências das categorias, nota-se na Figura 2.4 que a categoria INT foi pesquisada em 68% dos artigos, seguida da SAN com 66% e da CLIM (54%). A soma supera 100%, pois 30% trabalharam com uma única categoria, 52% trabalharam com 2 categorias e 18% com 3 categorias simultaneamente.

As variáveis de uma determinada categoria foram tratadas dentro da própria categoria (isoladamente) ou em combinação com as variáveis de uma ou mais categorias (conjuntamente). Assim, quando tratadas isoladamente, a categoria CLIM foi a mais recorrente (24%), seguida da SAN (4%) e da INT (2%). No tratamento conjunto de uma ou mais categorias, a combinação SAN + INT esteve presente em 40% dos trabalhos, seguida de SAN + CLIM + INT (18%), CLIM + INT (8%) e de SAN + CLIM (4%).

Analisando a quantidade de variáveis utilizadas em um mesmo estudo (Figura 2.5), o maior número foi 9, que representa 56% das variáveis (9/16), sendo esta situação encontrada em apenas uma publicação. O menor número de variáveis tratadas dentro de um mesmo artigo foi 1, cenário observado em 8% (4/50) dos artigos analisados.

Figura 2.5 – Divisão por incidência das categorias das variáveis conforme a quantidade utilizada em um mesmo artigo



Fonte: autores.

É incipiente o uso de mais de uma variável no mesmo estudo, pois 32% usaram duas variáveis, onde 31% dessas variáveis se referiram à categoria CLIM e 13% à categoria SAN, o restante (56%) utilizou uma variável de cada categoria em três combinações, sendo que a combinação SAN + INT (44%) foi a mais expressiva.

No entanto, observando a Figura 2.5 numa análise em paralelo com a linha do tempo (Figura 2.4), notam-se que de 1995 a 2015, nenhuma das 23 publicações fizeram uso das três categorias conjuntamente e 39% usaram apenas uma categoria, CLIM (30%) e SAN (9%). No entanto, 61% usaram duas categorias em conjunto, sendo a combinação CLIM + INT utilizada em somente um estudo e, expressivamente, SAN + INT em 57% dos artigos analisados, sendo que 22% dos artigos envolveram a zona rural nesse primeiro período. A partir de 2016, reduziu em 33% o número de artigos que utilizaram apenas uma categoria de variável. Logo, dos 27 trabalhos analisados, somente duas categorias tiveram uso isolado, CLIM (19%) e INT (4%), e 78% utilizaram pelo menos duas categorias de variáveis no mesmo estudo, onde a combinação SAN + CLIM + INT (33%) a mais recorrente, seguida da SAN + INT (26%), CLIM + INT (11%) e SAN + CLIM (7%), sendo que 11% dos artigos incluíram a zona rural.

Assim, embora seja crescente o uso de mais de uma variável de categorias distintas em estudos nessa temática, existe uma demanda por pesquisas envolvendo, além da zona rural, uma maior quantidade de variáveis analisadas conjuntamente, o que poderia melhor explicar a disseminação ou não das arboviroses em uma dada localidade. No período de 2016 a 2022 (Figura 2.4), onde aumentou em 33% a quantidade de publicações que consideraram duas ou mais categorias de variáveis em suas pesquisas, as três categorias (SAN, CLIM e INT) tiveram presença similar em 100% dos trabalhos, com destaque à categoria CLIM com mais presença nas análises isoladamente. Isso pode ser devido à grande importância de se considerar o clima na investigação de doenças transmitidas por vetores, conforme recomenda a Organização Mundial da Saúde (OMS).

Desse modo, se numa dada região os elementos da meteorologia representar um fator limitante para a existência do mosquito *Aedes aegypti*, é lógico considerar as variáveis temperatura e pluviosidade na investigação de potenciais criadouros. Pois a condição climática pode contribuir para os índices vetoriais (TULADHAR *et al.*, 2019) e quando associada a uma complexidade de fatores socioambientais, socioeconômicos etc., como ausência ou precariedade em saneamento, pobreza ou até mesmo déficit na prática da educação ambiental, a literatura nos convoca a envolver a comunidade para unir esforços no enfrentamento dos desafios que contemplem a prevenção de doenças transmitidas por vetores, principalmente num contexto de mudanças climáticas.

Desse modo, foi observado nos artigos uma grande discussão em torno do saneamento básico, estando presente em 66% das publicações, sendo que no período entre 1995 e 2015, onde nenhuma publicação havia utilizado as três categorias conjuntamente, a categoria SAN foi a mais recorrente, em relação às categorias CLIM e INT. Isso pode ser devido a estreita relação entre as condições sanitárias, o ciclo reprodutivo do mosquito *Aedes aegypti* e o ser humano, conforme corrobora a literatura. Assim, na Venezuela, Barrera *et al.* (1995) analisaram a relação entre deficiências nos sistemas de abastecimento de água e coleta de resíduos sólidos propondo campanhas de educação em saúde ambiental para diminuir criadouros de *Aedes aegypti*. Nessa temática, diversos são os autores que listam uma variedade de locais que podem favorecer a proliferação do vetor, como os verificados por Thammapalo *et al.* (2005), recipientes como vasilhames e pote de água para usos diversos, ora descartados, pneus, caixas d'água e vasos de flores, sendo observados comumente no peridomicílio; tanques desprotegidos contendo água (PERAZA *et al.*, 2010); descarte ao acaso de lixo próximo a habitação, casca de coco e resíduos diversos que podem acumular água (BALLERA *et al.*, 2015).

Os resíduos descartáveis, em geral os recipientes de plástico e vidro, mal manejados (deixados sem critério em ambientes abertos e sombreados), são locais preferidos para o desenvolvimento larval de mosquitos *Aedes* (BANERJEE; ADITYA; SAHA, 2015; KAMPAGO *et al.*, 2021), e são resíduos comumente observados em comunidades rurais de Goiás (SCALIZE *et al.*, 2020) cuja situação é favorecida em geral devido ao déficit na cobertura dos serviços básicos de saneamento e até mesmo pela prática de descarte de resíduos da agricultura ou das atividades para obtenção de renda, que podem beneficiar a disseminação do vetor, mas não necessariamente da doença. No entanto, em áreas rurais, em função principalmente da falta de abastecimento de água e manejo adequado de resíduos domésticos, a disseminação da dengue pode acontecer pelo menos tanto quanto nas cidades (SCHMIDT *et al.*, 2011).

Observam-se que os potenciais criadouros do vetor *Aedes aegypti* são apresentados em paralela associação com o saneamento, notadamente aos componentes água e resíduos sólidos, o que corrobora diversas pesquisas nessa temática. No sudeste brasileiro, as taxas de incidência de dengue foram associadas à gestão dos resíduos sólidos (GOMES MOL *et al.*, 2020). Na Indonésia, a frequência de manejo nos resíduos sólidos e a existência de instalações adequadas de água potável, bem como a educação e o conhecimento comunitário sobre a dengue desempenharam um papel importante na redução da sua incidência (SIREGAR *et al.*, 2015). Naturalmente, a população diante da não existência ou da falta de

acesso a melhores medidas de prevenção de doenças, por exemplo vacinas, mas dotada de informações que visem sua proteção, passa a adotar ações que podem reduzir a quantidade de vetores no seu próprio domicílio. Sendo boas práticas na prevenção de doenças que resultam em promoção da saúde, além disso reduzir o número de recipientes de água manejados inadequadamente em substituição a sistemas de abastecimento de água confiável, diminui berçários de vetores (THAMMAPALO *et al.*, 2005).

Nesse contexto, visto que uma das formas de prevenção de arboviroses é mitigar a transmissão do patógeno, a participação da comunidade tem papel primordial, sendo uma temática discutida por diversos autores ao associarem com a incidência de doenças e variáveis ambientais. Kenneson *et al.* (2017), no Equador, verificaram que ações as quais envolviam conhecimento, atitudes e práticas (CAP) foram considerados preventivos para diminuir o risco de arboviroses, corroborado por diversos autores (SUWANNAPONG *et al.*, 2014; THAKOLWIBOON *et al.*, 2013, KHOLEDI *et al.*, 2012; ANIS *et al.*, 2011) que consideraram a educação em saúde aliada às boas práticas no ambiente domiciliar fator significativo na prevenção e controle de arboviroses.

Dessa forma, na literatura vários autores discutem que fatores socioambientais influem diretamente na saúde e demonstram essa correspondência envolvendo variáveis diversas. Conforme investigados por Silva e Machado (2018) ao associarem dengue e variáveis socioambientais no Brasil, os resultados sugeriram que o acúmulo de resíduos sólidos, déficit no abastecimento de água e nos sistemas de esgotamento sanitário aliado às variáveis meteorológicas (como temperatura, precipitação e umidade relativa do ar) apresentaram relação com a existência do vetor. Rodrigues *et al.* (2016) ao analisarem a evolução espacial e temporal da dengue em todo o Brasil, entre 2001 e 2012, verificaram que os casos se concentraram no estado de São Paulo e em regiões semiáridas, inferiram ligação com os serviços básicos de saneamento (coleta de lixo e esgotamento sanitário), tipo de clima e fatores sociodemográficos.

Notou-se também que condições meteorológicas tiveram presença frequente e significativas nas análises de correlação com doenças arbovirais, onde diversos autores (SHABBIR; PILZ; NAEEM, 2020; NGWETA *et al.*, 2019; MALIK *et al.*, 2017; CORREIA FILHO, 2017; WAI *et al.*, 2012; CHEN *et al.*, 2012; RANA; LATIF; AKHTAR, 2012; NITATPATTANA *et al.*, 2007; GONÇALVES NETO; REBÊLO, 2004) registraram na literatura seus resultados nessa temática. Isso pode ser pela razão de o mosquito ter condicionante ambiental em termos de preferência por região em função de condições climáticas para seu melhor estabelecimento, como referido por Favier *et al.* (2006) ao inferirem que o ciclo de vida do vetor se relaciona

tanto ao ambiente humano quanto ao clima. Corroborado por Silva *et al.* (2020), onde os autores encontraram correlação positiva entre climatologia, dengue, chikungunya e resíduos sólidos.

Assim, em relação à dinâmica de oviposição do *Aedes aegypti*, fatores meteorológicos foram também analisados na literatura. Como investigados por Sánchez-Díaz *et al.* (2022), na Argentina, ao identificarem que a temperatura noturna e, de maneira dependente do contexto, com a precipitação, cobertura vegetal e densidade populacional influenciam na proliferação do vetor numa dada região. Tuladhar *et al.* (2019), ao avaliarem os efeitos de fatores meteorológicos na prevalência sazonal de vetores em regiões de montanhas e planícies de Nepal, revelaram que o fator temperatura-chuva e umidade relativa contribuem para os índices vetoriais de *Aedes*. E por Siregar e Makmur (2019) ao investigarem a transmissão da febre hemorrágica da dengue na Indonésia, verificaram que a doença sofre influências das condições climáticas, como dias chuvosos, temperatura média e máxima, sendo o vetor *Aedes* sensível ao clima. No contexto das mudanças climáticas, devido ao aquecimento do planeta que persiste, resultado da atividade humana principalmente, o setor saúde tem um enorme desafio a enfrentar, como alerta o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). Segundo Brasil (2017), alterações no clima podem influenciar na propagação de vetores, migrando-os a diferentes regiões, por consequência aumentaria a incidência de doenças ampliando sua distribuição geográfica.

Nesse sentido, interferências antropogênicas na terra, no ar etc. têm tido destaque em um trabalho sobre associação com vetores e arboviroses, aliada à temática sobre saneamento básico. Aguiar *et al.* (2018), no Brasil, ao verificarem o risco potencial de surtos de Zika e chikungunya inferiam que a variável “uso da terra” (área urbana, arborizada e agrícola aberta) definiu melhor a distribuição das arboviroses, sendo a variável “resíduos sólidos” uma das mais significativas para a existência de criadouros de *Aedes aegypti*. As mudanças de uso e cobertura da terra pode contribuir em propagação de vetores. A inadequada destinação de resíduos sólidos gerados na área construída, por exemplo, pode ser motivo da disseminação de doenças transmitidas por vetores em comparação às menores incidências em regiões com maior área de floresta (SHEELA *et al.*, 2017).

Embora vários estudos consideraram a incidência de arboviroses se restringindo basicamente ao ambiente urbano, áreas mais afastadas ou predominantemente rurais vêm sendo estudadas na análise de potenciais criadouros de culicídeos.

O estudo de Madewell *et al.* (2019), na Guatemala, evidenciou maior abundância de larvas e pupas de *Aedes aegypti* ao examinarem associações entre proximidade de casas, estradas e

fatores ambientais domésticos, denominado no estudo como “capital ambiental” (acesso a saneamento e a melhores condições de vida em termos de atributos domiciliares: padrão de habitação, eletricidade, TV etc.). Bohra e Andrianasolo (2001) ao aplicar o Sistema de Informação Geográfica (SIG) na modelagem do risco de dengue em áreas semiurbanas na Índia revelou que dados socioculturais, socioeconômicos e cultural, com destaque ao padrão de habitação, medidas de proteção contra o vetor, práticas culturais sobre armazenamento de água e frequência no abastecimento e na coleta de resíduos, contribuíram significativamente para a incidência de dengue, com um R^2 de 0,958. Nessa mesma temática e metodologia, Roy *et al.* (2021) determinaram a inter-relação para a incidência de dengue na cidade de Jaipur e constataram que fatores socioculturais e econômicos influem diretamente na disseminação de doenças.

O *Aedes aegypti* é um mosquito de presença doméstica. Assim, independente se o domicílio está em área rural ou urbana, se há foco do vetor e ambientes que potencializam sua reprodução como reservatórios de água de abastecimento sem proteção e longos períodos de limpeza etc. aliado a presença de uma pessoa infectada, talvez proveniente do perímetro urbano, a população rural fica mais vulnerável à transmissão de arbovírus.

Assim, variáveis frequentemente citadas em diversos trabalhos foram as socioeconômicas correlacionadas a fatores demográficos, condições sanitárias e ambientais. Costa *et al.* (2021) encontraram relação diretamente proporcional entre os fatores socioambiental, econômico e demográfico para a incidência de dengue, Zika e chikungunya no nordeste brasileiro. Em relação a dengue, Honorato *et al.* (2014) pesquisaram nexos com variáveis sociodemográficas e verificaram que a inadequada coleta de lixo e renda *per capita* de até 3 salários-mínimos são fatores externos ao setor saúde que implicam no maior ou menor risco da doença, similar ao encontrado por Raymundo e Medronho (2021), onde a renda média entre 1 e 2 salários mínimos foi considerada um fator de risco para a ocorrência de Zika no sudeste do País. MacCormack-Gelles *et al.* (2018) ao analisarem as características epidemiológicas e determinantes da transmissão de dengue em Fortaleza (Brasil), inferiam forte associação com a pobreza e a coleta irregular de resíduos sólidos durante os períodos de baixa transmissão. Dessa forma, na literatura vários outros autores (FERREIRA *et al.*, 2022; MORGAN, STRODE; SALCEDO-SORA, 2021; TELLE *et al.*, 2021; ELLAGIP *et al.*, 2020; DELMELLE *et al.*, 2016; MUKHTAR; SALIM; FAROOQ, 2012; NAGAO *et al.*, 2008; BRUNKARD *et al.*, 2007; PENNA, 2004), corroboram a questão, onde variáveis socioeconômicas e/ou demográficas, por vezes aliadas a fatores ambientais, interferem para uma menor ou maior incidência de doenças transmitidas por vetores.

Assim, a incidência de arboviroses pode ser agravada em comunidades de baixo nível econômico (JOHANSEN *et al.*, 2018), em áreas com irregularidades no abastecimento e domicílios com precariedade estrutural (FLAUZINO *et al.*, 2009). No entanto, em comunidade com boas condições de descarte de resíduos sólidos, fonte potencial para a reprodução de culicídeos, aliada aos cuidados no armazenamento de água e acesso a informações sobre prevenção, sua população pode ser menos atingida. Pois essas práticas mitigam a transmissão de doenças devido ao controle do vetor no ambiente domiciliar.

2.4 TENDÊNCIAS E LACUNAS

Nas últimas décadas, o vetor *Aedes aegypti* tem tido maior alcance geográfico. Há uma tendência nos estudos em relacionar essa ampliação geográfica com a dinâmica de oviposição do mosquito, e associar à sua preferência natural de se estabelecer em diferentes ambientes em função das condições socioambientais, com destaque às variáveis meteorológicas e de saneamento básico (abastecimento de água e modo de eliminação de resíduos sólidos, principalmente), mas estudos alertam que o descarte aleatório de lixo não é um fator de risco estabelecido para a chikungunya, embora seja relacionado ao aumento de criadouros do mosquito vetor.

Além disso, estudos vem incorporando nas discussões sobre associação entre *Aedes*, arboviroses e variáveis ambientais a temática do envolvimento comunitário na promoção da saúde. Sendo um alerta à humanidade para unir esforços no enfrentamento dos desafios que envolvem a prevenção de doenças transmitidas por vetores, principalmente no contexto das mudanças climáticas.

No entanto, a ligação do clima e a população do vetor *Aedes aegypti* deve ser investigada em estudos de larga escala, antes de serem usados como modelos de previsão (FAVIER *et al.*, 2006).

Em regiões onde a doença é reemergente, como a dengue no Brasil, há pouco conhecimento sobre as possíveis diferenças na sua epidemiologia em cenários epidêmicos e interepidêmicos e isso pode dificultar a identificação dos determinantes para a sua transmissão (MacCORMACK-GELLES *et al.*, 2018).

2.5 CONCLUSÃO

O presente trabalho permitiu concluir que:

- os criadouros de *Aedes aegypti* e ocorrência de doenças como dengue, Zika e chikungunya, estão relacionados com pelo menos 16 variáveis, avaliadas individual ou conjuntamente dentro de uma ou mais categorias definidas neste estudo;
- são três as categorias que contemplam as variáveis encontradas, sendo saneamento básico, elementos climatológicos e variáveis secundárias, as quais foram denominadas neste trabalho como “integrativa”;
- 66% dos trabalhos utilizaram algum componente do saneamento básico nos cálculos de correlações nessa temática de pesquisa, inferindo que o saneamento é um indicador crucial que pode explicar a proliferação de vetores numa dada região e, conseqüentemente, o aumento da incidência de doenças arbovirais;
- a partir de 2010, 16% dos trabalhos incorporaram nas discussões sobre *Aedes aegypti*, arboviroses e variáveis ambientais a temática do envolvimento comunitário na promoção da saúde, alertando a humanidade para unir esforços no enfrentamento dos desafios que contemplem a prevenção de doenças transmitidas por vetores, principalmente no contexto das mudanças climáticas;
- existe uma demanda por pesquisas envolvendo uma maior quantidade de variáveis analisadas conjuntamente, o que poderia explicar melhor a disseminação ou não das arboviroses em uma dada localidade;
- em estudos posteriores, o conjunto dessas 16 variáveis podem contribuir para a criação de índices que subsidiaria um melhor entendimento do processo saúde-doença, numa análise do ambiente rural no que tange às medidas para prevenir doenças e promover saúde.

2.6 AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) do Brasil pela bolsa de pesquisa conferida à primeira autora deste trabalho.

À Fundação Nacional da Saúde (Funasa), financiadora do projeto SanRural, por meio do TED nº 05/2017.

REFERÊNCIAS

- ANISH, T.S.; VIJAYAKUMAR, K.; LEELA ITTY AMMA, K.R. Domestic and environmental factors of chikungunya-affected families in Thiruvananthapuram (Rural) district of Kerala, India. **Journal of Global Infectious Diseases**, v. 3, n. 1, p. 32-36, 2011. <https://doi.org/10.4103/0974-777X.77293>
- AGUIAR, B.S.; LORENZ, C.; VIRGINIO, F.; SUESDEK, L.; CHIARAVALLOTI-NETO, F. Potential risks of Zika and chikungunya outbreaks in Brazil: A modeling study. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 70, p. 20-29, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2018.02.007>
- BALLERA, J.E.; ZAPANTA, Ma. J.; REYES, V. C. de los; SUCALDITO, Ma. N.; TAYAG, E. Investigation of Chikungunya fever outbreak in Laguna, Philippines, 2012. **Western Pacific surveillance and response journal: WPSAR**, v. 6, n. 3, p. 8-11, 2015. <https://doi.org/10.5365/WPSAR.2015.6.1.006>
- BANERJEE, S.; ADITYA, G.; SAHA, G. K. Household Wastes as Larval Habitats of Dengue Vectors: Comparison between Urban and Rural Areas of Kolkata, India. **PLOs ONE**, v. 10, n. 10, 21 p., 2015. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138082>
- BARRERA, R.; NAVARRO, J.C.; MORA RODRIGUES, J.D.; DOMINGUEZ, D.; GONZALEZ GARCIA, J.E. Deficiencia en servicios publicos y cria de *Aedes aegypti* en Venezuela. **Boletín – Oficina Sanitaria Panamericana**, v. 118, n. 5, p. 410-423, 1995. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/15592>
- BOHRA, A.; ANDRIANASOLO, H. Application of GIS in Modeling of Dengue Risk Based on Sociocultural Data: Case of Jalore, Rajasthan, India. **Dengue Bulletin**, v. 25, p. 92-102, 2001. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/163690>
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Análise de Situação em Clima e Saúde**. Organização Panamericana de Saúde (OPAS), Fundação Instituto Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica (ICICT), Observatório Nacional de Clima e Saúde, 2017. <https://climaesaude.icict.fiocruz.br/doencas/vetores>
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Chikungunya: manejo clínico**. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Brasília, 2017. http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/chikungunya_manejo_clinico_1ed.pdf
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Dengue: sintomas, causas, tratamento e prevenção. Saúde de A a Z. 2020a**. <http://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/dengue>
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Vírus Zika no Brasil**. Secretaria de Comunicação Social – Área Internacional. 2016. https://sistemas.mre.gov.br/kitweb/datafiles/Miami/ptbr/file/Fact_Sheet_Zika_Virus_Marco16.pdf
- BRUNKARD J.M.; LÓPEZ J.L.R.; RAMIREZ J.; CIFUENTES E.; ROTHENBERG S.J.; HUNSPERGER E.A.; MOORE C.G.; BRUSSOLO R.M.; VILLARREAL N.A.; HADDAD B.M. Dengue fever seroprevalence and risk factors, Texas-Mexico border, 2004. **Emerging Infectious Diseases**, v. 13, n. 10, p. 1477-1483, 2007. <http://doi.org/10.3201/eid1310.061586>
- CDC. Centers for Disease Control and Prevention. **Ciclo de vida: el mosquito**. 2020. <https://www.cdc.gov/zika/pdfs/spanish/MosquitoLifecycle-sp.pdf>
- CHEN, M.-J; LIN, C.-Y; WU, Y.-T; WU, P.-C; LUNG, S.-C; SU, H.-J. Effects of extreme precipitation to the distribution of infectious diseases in Taiwan, 1994-2008. **PLoS ONE**, v. 7, n. 6, 8 p., 2012. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0034651>

CLARO, L. B. L.; KAWA, H.; CAVALINI, L. T.; ROSA, M.L.G. Community Participation in Dengue Control in Brazil. **Dengue Bulletin**, v. 30, p. 214-222, 2006.

<https://apps.who.int/iris/handle/10665/170257>

CORDEIRO, R.; DONALISO, M.R.; ANDRANDE, V.R.; MAFRA, A.C.N.; NUCCI, L.N.; BROWN, J.C.; STEPHAN, C. Spatial distribution of the risk of dengue fever in southeast Brazil, 2006-2007. **BMC Public Health**, v. 11, n. 1, 10 p., 2011.

<https://doi.org/10.1186/1471-2458-11-355>

CORREIA FILHO, W.L.F. Influence of meteorological variables on dengue incidence in the municipality of Arapiraca, Alagoas, Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 50, n. 3, p. 309-314, 2017. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0432-2016>

COSTA, S.D.S.B.; BRANCO, M.R.F.C.; VASCONCELOS, V.V.; QUEIROZ, R.C.S.; ARAUJO, A.S.; CÂMARA, A.P.B.; FUSHITA, A.T.; DA SILVA, M.D.S.; DA SILVA, A.A.M.; DOS SANTOS, A.M. Autoregressive spatial modeling of possible cases of dengue, chikungunya, and zika in the capital of northeastern Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 54, 9 p., 2021. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0223-2021>

DELMELLE E.; HAGENLOCHER M.; KIENBERGER S.; CASAS I. A spatial model of socioeconomic and environmental determinants of dengue fever in Cali, Colombia. **Acta Tropica**, v. 164, p. 169-176, 2016. <http://doi.org/10.1016/j.actatropica.2016.08.028>

ELAAGIP A.; ALSEDIG K.; ALTAHIR O.; AGEEP T.; AHMED A.; SIAM H.A.; SAMY A.M.; MOHAMED W.; KHALID F.; GUMAA S.; MBOERA L.; SINDATO C.; ELTON L.; ZUMLA A.; HAIDER N.; KOCK R.; ABDEL HAMID M.M. Seroprevalence and associated risk factors of Dengue fever in Kassala state, eastern Sudan. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 14, n. 12, 17 p., 2020. <http://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008918>

FAVIER, C.; DEGALLIER, N.; RIBEIRO VILARINHOS, P.D.T.; LAURENTINO DE CARVALHO, M.D.S.; CAVALCANTI YOSHIZAWA, M.A.; KNOX, M.B. Effects of climate and different management strategies on *Aedes aegypti* breeding sites: A longitudinal survey in Brasília (DF, Brazil). **Tropical Medicine and International Health**, v. 11, n. 7, p. 1104-1118, 2006. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3156.2006.01653.x>

FERREIRA, D.T.D.O., ATANAKA, M., ESPINOSA, M.M., SCHULER-FACCINI, L., CALDEIRA, A.D.S., DA SILVA, J.H., VIVI-OLIVEIRA, V.K., DA PAZ, R.D.C., DO NASCIMENTO, V.F., TERÇAS-TRETTE, A.C.P. Recent dengue virus infection: Epidemiological survey on risk factors associated with infection in a medium-sized city in Mato Grosso. **Sao Paulo Medical Journal**, v. 140, n. 1, 9 p., 2022. <http://doi.org/10.1590/1516-3180.2020.0718.R1.18052021>

FLAUZINO, R.F.; SOUZA-SANTOS, R.; BARCELLLOS, C.; GRACIE, R.; MAGALHÃES, M.A.F.M.; DE OLIVEIRA, R.M. Heterogeneidade espacial da dengue em estudos locais, Cidade de Niterói, Sudeste do Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 43, n. 6, p. 1035-1043, 2009. <https://doi.org/10.1590 / s0034-89102009005000064>

FRANCO, O. **História da Febre Amarela no Brasil**. Rio de Janeiro, 1969. https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/0110historia_febre.pdf

FULLER, T.L.; CALVET, G.; ESTEVAM, C.G.; ANGELO, J.R.; ABIODUN, G.J.; HALAI, U-A.; SANTIS, B.; SEQUEIRA, P.C.; ARAUJO, E. M.; SAMPAIO, S.A.; MENDONÇA, M.C.L.; FABRI, A.; RIBEIRO, R.M.; HARRIGAN, R.; SMITH, T.B.; GABAGLIA, C.R.; BRASIL, P.; FILIPPIS, A.M.B.; NIELSEN-SAINES, K. Behavioral, climatic, and environmental risk factors for Zika and Chikungunya virus infections in Rio de Janeiro, Brazil, 2015-16. **PloS ONE**, v. 12, n. 11, 2017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188002>

GOMES Mol, M.P.; MATOS QUEIROZ, J.T.; GOMES, J.; HELLER, L. Gerenciamento adequado de resíduos sólidos como fator de proteção contra casos de dengue. **Revista**

Panamericana de Salud Publica / Revista Pan-Americana de Saúde Pública, v. 44, 9 p., 2020. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2020.22>

GONÇALVES NETO, V.S.; REBÊLO, J.M. Aspectos epidemiológicos do dengue no Município de São Luís, Maranhão, Brasil, 1997-2002. **Caderno de Saúde Pública**, v. 20, n. 5, p.1424-1431, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2004000500039>

HONORATO, T.; LAPA, P.P.A.; VENDAS, C.M.M.; REIS-SANTOS, B.; TRISTÃO-SÁ, R.; BERTOLDE, A.I.; MACIEL, E.L.N. Análise espacial da distribuição dos casos de dengue no Espírito Santo, Brasil, em 2010: Uso do modelo Bayesiano. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 14, p. 150-159, 2014. <https://doi.org/10.1590/0103-1104202012514>

IOC/FIOCRUZ. INSTITUTO OSWALDO CRUZ (IOC/FIOCRUZ). **Como é o ciclo de vida do mosquito 'Aedes aegypti'?**. 2019. <https://portal.fiocruz.br/pergunta/como-e-o-ciclo-de-vida-do-mosquito-Aedes-aegypti>

JOHANSEN, I.C.; DO CARMO, R.L.; ALVES, L.C.; DIAS BUENO, M.D.C. Environmental and demographic determinants of dengue incidence in Brazil. **Revista de Salud Publica**, v. 20, n. 3, p. 346-351, 2018. <https://doi.org/10.15446/rsap.v20n3.54315>

KAMPANGO, A.; FURU, P.; SARATH, D.L.; HAJI, K.A.; KONRADSEN, F.; SCHIOLER, K.L.; ALIFRANGIS, M.; SALEH, F.; WELDON, C.W. Risk factors for occurrence and abundance of *Aedes aegypti* and *Aedes bromeliae* at hotel compounds in Zanzibar. **Parasites & Vectors**, v. 14, n. 544, 12 p., 2021. <https://doi.org/10.1186/s13071-021-05005-9>

KENNESON, A.; BELTRÁN-AYALA, E.; BORBOR-CORDOVA, M.J.; POLHEMUS, M.E.; RYAN, S.J.; ENDY, T.P.; STEWART-IBARRA, A.M. Social-ecological factors and preventive actions decrease the risk of dengue infection at the household-level: Results from a prospective dengue surveillance study in Machala, Ecuador. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 11, n. 12, 19 p., 2017. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006150>

KHALID, B.; GHAFAR, A. Dengue transmission based on urban environmental gradients in different cities of Pakistan. **International Journal of Biometeorology**, v. 59, n. 3, p. 267-283, 2015. <https://doi.org/10.1007/s00484-014-0840-6>

KHOLEDI, A.A.N.; BALUBAID, O.; MILAAT, W.; KABBASH, I.A.; IBRAHIM, A. Factors associated with the spread of dengue fever in Jeddah Governorate, Saudi Arabia. [Facteurs associés à la propagation de la dengue dans le gouvernorat de Djeddah (Arabie saoudite)]. **Eastern Mediterranean Health Journal**, v. 18, n. 1, p. 15-23, 2012. <https://doi.org/10.26719/2012.18.1.15>

LEVY, Y.; ELLIS, T.J. A system approach to conduct an effective literature review in support of information systems research. **Informing Science Journal**, v. 9, p. 181-212, 2006. <https://doi.org/10.28945/479>

MADEWELL, Z.J.; SOSA, S.; BROUWER, K.C.; JUÁREZ, J.G.; ROMERO, C.; LENHART, A.; CORDÓN-ROSALES, C. Associations between household environmental factors and immature mosquito abundance in Quetzaltenango, Guatemala. **BMC Public Health**, v. 19, n. 1729, 11 p., 2019. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-8102-5>

MACCORMACK-GELLES, B.; LIMA NETO, A.S.; SOUSA, G.S.; NASCIMENTO, O.J.; MACHADO, M.M.T.; WILSON, M.E.; CASTRO, M.C. Epidemiological characteristics and determinants of dengue transmission during epidemic and non-epidemic years in Fortaleza, Brazil: 2011-2015. **PLoS Neglected Tropical**, v. 12, 30 p., 2018. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006990>

MAI, V.Q.; MAI, T.T.X.; TAM, N.L.M.; NGHIA, L.T.; KOMADA, K.; MURAKAMI, H. Prevalence and risk factors of dengue infection in Khanh Hoa Province, Vietnam: A stratified cluster sampling survey. **Journal of Epidemiology**, v. 28, n. 12, p. 488-497, 2018. <https://doi.org/10.2188/jea.JE20170090>

- MALIK, A.; YASAR, A.; TABINDA, A.B.; ZAHEER, I.E.; MALIK, K.; BATTOOL, A.; MAHFOOZ, Y. Assessing spatio-temporal trend of vector breeding and dengue fever incidence in association with meteorological conditions. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 189, n. 189, 20 p., 2017. <https://doi.org/10.1007/s10661-017-5902-x>
- McBRIDE, W.J.; MULLNER, H.; MULLER, R.; LABROOY, J.; WRONSKI, I. Determinants of Dengue 2 Infection among Residents of Charters Towers, Queensland, Australia. **American Journal of Epidemiology**, v. 148, n. 11, p. 1111-1116, 1998. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a009589>
- MORGAN J.; STRODE C.; SALCEDO-SORA J.E. Climatic and socio-economic factors supporting the co-circulation of dengue, Zika and chikungunya in three different ecosystems in Colombia. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 15, n. 3, 29 p., 2021. <http://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009259>
- MUHAMMAD AZAMI, N.A.; SALLEH, S.A.; NEOH, H.M.; SYED ZAKARIA, S.Z.; JAMAL, R. Dengue epidemic in Malaysia: Not a predominantly urban disease anymore. **BMC Research Note**, v. 4, n. 216, 4 p., 2011. <https://doi.org/10.1186/1756-0500-4-216>
- MUKHTAR F.; SALIM M.; FAROOQ A. Outbreak of dengue fever in Lahore: study of risk factors. **Journal of Ayub Medical College, Abbottabad: JAMC**, v. 24, n. 2, p. 99-101, 2012. <http://www.ayubmed.edu.pk/JAMC/24-2/Fatima.pdf>
- NAGAO Y.; SVASTI P.; TAWATSIN A.; THAVARA U. Geographical structure of dengue transmission and its determinants in Thailand. **Epidemiology and Infection**, v. 136, n. 6, p. 843-851, 2007. <http://doi.org/10.1017/S0950268807008990>
- NAGÃO, Y.; THAVARA, U.; CHITNUMSUP, P.; TAWATSIN, A.; CHANSAN, C.; CAMPBELL-LENDRUM, D. Climatic and social risk factors for *Aedes* infestation in rural Thailand. **Tropical Medicine and International Health**, v. 8, n. 1, p. 650-659, 2003. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3156.2003.01075.x>
- NGWETA, L.; BHANOT, K.; MAHARAJ, A.; BOGLE, I.; MUNASINGHE, T. Identifying the Relationship between Precipitation and Zika Outbreaks in Argentina. Proceedings - 2019 IEEE International Conference on Big Data, p. 6163-6165, 2019. <https://doi.org/10.1109/BigData47090.2019.9006386>
- NITATPATTANA, N.; SINGHASIVANON, P.; KIYOSHI, H.; ANDRIANASOLO, H.; YOKSAN, S.; GONZALEZ, J.-P.; BARBAZAN, P. Potential association of dengue hemorrhagic fever incidence and remote sensed land surface temperature, Thailand, 1998. **Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health**, v. 38, n. 3, p. 427-433, 2007. <https://imsear.searo.who.int/handle/123456789/34750>
- OMS. Organização Mundial da Saúde. *Dengue e dengue grave*. 2019. <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/dengue-and-severe-dengue>
- OMS/OPAS. Organização Mundial da Saúde/Organização Pan-Americana de Saúde. *Folha informativa – Dengue e dengue grave*. OMS/OPAS Brasil, 2019. <https://www.paho.org/>
- OPAS. Organización Pan-Americana de la Salud. *Aedes aegypti: Biología y Ecología*. Michael J. Nelson (Org.), 1986. Washington, D.C. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/28513?locale-attribute=pt>
- OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. Brasil. **OMS: 70 países e territórios já notificaram transmissão do Zika por mosquitos**. 2016. <https://www.paho.org/>
- OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. *Saúde nas Américas +, Resumo do panorama regional e perfil do Brasil*. Washington, D.C.: OPAS, 2017. www.paho.org
- PAUL, A.S.; VICENT, J.; SAJU, C.R. MOHAMED RAFI, M. A study on larval indices of *Aedes* and risk for dengue outbreak in a rural area of Thrissur district, Kerala. **Journal of**

Communicable Diseases, v. 52, n. 1, p. 1-6, 2020.

<https://doi.org/10.24321/0019.5138.202001>

PENNA M.L.F. Ecological study of Rio de Janeiro City DEN-3 epidemic, 2001-2002. **Dengue Bulletin**, v. 28, p. 20-27, 2004. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/163977>

PERAZA, M.C.; MIRANDA, C.G.; VÁLDES, L.S.; CHACÓN, D.P.; DÍAZ, V.P.; DÍAZ, D.C.; RODRÍGUEZ, C.S.; VAN DER STUYFT, P. Encuesta poblacional sobre conocimientos y percepciones acerca de dengue contra prácticas preventivas en el municipio Lisa. **Revista Cubana de Medicina Tropical**, v. 62, n. 3, p. 245-253, 2010.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23437556/>

RANA, M.S; LATIF, A.A; AKHTAR, T. Predictors of dengue fever and dengue haemorrhagic fever in Punjab, Pakistan. **Medical Forum Monthly**, v. 23, n. 1, p. 26-30, 2012.

<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/emr-124955>

RAHMAN, MS; EKALAKSANANAN, T.; ZAFAR, S.; POOLPHOL, P.; SHIPIN, O.; HAQUE, U.; PAUL, R.; ROCKLOV, J.; PIENTONG, C.; OVERGAARD, H.J. Ecological, social and other environmental determinants of dengue vector abundance in urban and rural areas of Northeastern Thailand. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 11, 23 p., 2021. <https://doi.org/10.3390/ijerph18115971>

RAYMUNDO, C.E.; MEDRONHO, R. A. de. Association between socio-environmental factors, coverage by family health teams, and rainfall in the spatial distribution of Zika virus infection in the city of Rio de Janeiro, Brazil, in 2015 and 2016. **BMC Public Health**, v. 21, n. 1199, 13 p., 2021. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-11249-y>

RODRIGUES, N.C.P.; LINO, V.T.S.; DAUMAS, R.P.; DE NORONHA ANDRADE, M.K.; O'DWYER, G.; MONTEIRO, D.L.M.; GERARDI, A.; FERNANDES, G.H.B.V.; RAMOS, J.A.S.; FERREIRA, C.E.G.; DA COSTA LEITE, I. Temporal and Spatial Evolution of Dengue Incidence in Brazil, 2001-2012. **PLoS ONE**, v. 11, n. 11, 12 p., 2016.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165945>

ROY, P.; KANGA, S.; SUDHANSHU; SINGH, S.K. Socio-Cultural Practices and Environmental Determinantes for Dengue Incidences: a Casa Study of Jaipur City. **Natural Volatiles and Essential Oils**, v. 8, n. 4, p. 2467-2481, 2021.

<https://www.nveo.org/index.php/journal/article/view/453/419>

SÁNCHEZ-DÍAZ, E.; GLEISER, R.M.; LOPEZ, L.R.; GUZMAN, C.; CONTIGIANI, M.S.; SPINSANTI, L.; GARDENAL, C.N.; GORLA, D.E. Oviposition dynamics of *Aedes aegypti* in Central Argentina. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 36, n. 1, p. 43-55, 2022.

<https://doi.org/10.1111/mve.12550>

SCHMIDT, W-P.; SUZUKI, M.; DINH THIEM, V.; WHITE, R.G.; TSUZUKI, A. *et al.* Population Density, Water Supply, and the Risk of Dengue Fever in Vietnam: Cohort Study and Spatial Analysis. **Plos Medicine**, v. 8, n. 8, 10 p., 2011.

<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001082>

SHABBIR, W; PILZ, J; NAEEM, A. A spatial-temporal study for the spread of dengue depending on climate factors in Pakistan (2006-2017). **BMC public health**, v. 20, n. 995, 10 p., 2020. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-08846-8>

SHEELA, A.M.; GHERMANDI, A.; VINEETHA, P.; SHEEJA, R.V.; JUSTUS, J.; AJAYAKRISHNA, K. Assessment of relation of land use characteristics with vector-borne diseases in tropical áreas. **Land Use Policy**, v. 63, p. 269-380, 2017.

<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.01.047>

SILVA, J. C. B.; MACHADO, C. J. S. Associations between dengue and socio-environmental variables in capitals of the brazilian northeast by cluster analysis. **Ambiente e Sociedade**, v. 21, 22 p., 2018. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0133r2vu18l4td>

- SILVA, N.S.; ALVES, J.M.B.; DA SILVA, E.M.; LIMA, R.R. Avaliação da relação entre climatologia, condições sanitárias (Lixo) e a ocorrência de arboviroses (Dengue e Chikungunya) em Quixadá-ce no período entre 2016 e 2019. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, n. 3, p. 485-492, 2020. <https://doi.org/10.1590/0102-77863530014>
- SIREGAR, F.A.; ABDULLAH, M.R.; OMAR, J.; SARUMPAET, S.M.; SUPRIYADI, T.; MAKMUR, T.; HUDA, N. Social and environmental determinants of dengue infection risk in North Sumatera Province, Indonesia. **Asian Journal of Epidemiology**, v. 8, n. 2, p. 23-25, 2015. <https://doi.org/10.3923/aje.2015.23.35>
- SIREGAR, F.A.; MAKMUR, T. Climate risks and environmental determinants on dengue transmission. **Indian Journal of Public Health Research and Development**, v. 10, n. 1123, p. 1242-1247, 2019. <https://doi.org/10.5958/0976-5506.2019.00226.2>
- SNYDER, H. Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. **Journal of Business Research**, v. 104, p. 333-339, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ibusres.2019.07.039>
- SUWANNAPONG, N.; TIPAYAMONGKHOLGUL, M.; BHUMIRATANA, A.; BOONSHUYAR, C.; HOWTEERAKUL, N.; POOLTHIN, S. Effect of community participation on household environment to mitigate dengue transmission in Thailand. **Tropical Biomedicine**, v. 31, n. 1, p. 149-158, 2014. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24862055/>
- TELLE O.; NIKOLAY B.; KUMAR V.; BENKIMOUN S.; PAL R.; NAGPAL B.N.; PAUL R.E. Social and environmental risk factors for dengue in delhi city: A retrospective study. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 15, n. 2, p. 1-17, 2021. <http://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009024>
- THAKOLWIBOON, S.; BENJATIKUL, N.; SATHIANVICHITR, K.; PRAPATHRANGSEE, K.; TIENMONTRI, T.; RATANAAMONSAKUL, W.; ASSANTACHAI, P.; HOMSANIT, M. Factors associated with dengue prevention and control in two villages in a central thai province: A retrospective review. **Asian Journal of Epidemiology**, v. 96, n. 8, p. 984-991, 2013. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23991607/>
- THAMMAPALO, S.; CHONGSUWIWATWONG, V.; GEATER, A.; LIM, A.; CHOOMALEE, K. Socio-demographic and environmental factors associated with *Aedes* breeding places in Phuket, Thailand. **Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health**, v. 36, n. 2, p. 426-433, 2005. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15916050/>
- TULADHAR, R.; SINGH, A.; BANJARA, M.R.; GAUTAM, I.; DHIMAL, M.; VARMA, A.; CHOUDHARY, D.K. Effect of meteorological factors on the seasonal prevalence of dengue vectors in upland hilly and lowland Terai regions of Nepal. **Parasites & Vectors**, v. 12, n. 42, 15 p., 2019. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3304-3>
- TUNALI, M.; RADIN, A. A.; BAŞIBÜYÜK, S.; MUSAH, A.; BORGES, I.V.G.; YENIGUN, O.; ALDOSARY, A.; KOSTKOVA, P.; SANTOS, W.S.; MASSON, T.; DUTRA, L.M.M.; MORENO, G.M.M.; CLARISSE LINS DE LIMA; SILVA, A.C.G.; AMBRIZZI, T.; ROCHA, R.P.; JONES, K.E.; CAMPOS, L.C. A review exploring the overching burden of Zika virus with emphasis on epidemiological case studies from Brazil. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, p. 55952-55966, 2021. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-15984-y>
- WAI, K.T.; ARUNACHALAM, N; TANA, S; ESPINO, F; KITTAYAPONG, P; ABEYEWICKREME, W., HAPANGAMA, D; TYAGI, B.K; HTUN, P.T; KOYADUN, S; KROEGER, A; SOMMERFELD, J; PETZOLD, M. Estimating dengue vector abundance in the wet and dry season: Implications for targeted vector control in urban and peri-urban Asia. **Pathogens and Global Health**, v. 106, n. 8, p. 436-445, 2012. <https://doi.org/10.1179/2047773212Y.0000000063>

CAPÍTULO III – ARTIGO 2

RELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS SOCIOAMBIENTAIS E SOROPREVALÊNCIAS PARA ARBOVIROSES EM COMUNIDADES RURAIS DE GOIÁS, BRASIL

Silva, A.C.; Baumann, L.R.F.; Scalize, P. S.

RESUMO

No Brasil, a alta incidência de dengue, Zika e chikungunya indica a presença do *Aedes aegypti* em todo o País. O conhecimento das condições que podem favorecer sua disseminação é fundamental na promoção de saúde e garantia do bem-estar da população. Assim, o objetivo foi analisar a relação entre soroprevalência para as três doenças arbovirais e indicadores socioambientais. Coletou-se dados em 39 comunidades rurais do estado de Goiás, e foram inseridos em modelos de regressão linear para investigar a relação existente. Em 37,7% dos domicílios estudados pelo menos uma pessoa, em algum momento de sua vida, teve dengue e/ou Zika e/ou chikungunya. Dentre os 33 indicadores, 19% relativo ao saneamento básico, 43% das variáveis integrativas e 100% dos elementos climatológicos, foram associados com pelo menos uma doença arboviral. Nas análises de regressão linear, observou-se relação significativa entre: altitude e dengue ($p\text{-valor} < 0,001$); temperatura e Zika ($p\text{-valor} < 0,05$); aspectos de uso do solo e chikungunya ($p\text{-valor} < 0,05$). Na análise de regressão múltipla, 21,2% dos indicadores, bem como a tipologia quilombola, se relacionaram às arboviroses, dentre eles a precipitação e o manejo inadequado de resíduos sólidos. Assim, as associações identificadas sugerem que populações em áreas rurais no Brasil podem ser infectadas por doenças arbovirais tanto quanto os habitantes de áreas urbanas, devido principalmente à falta de universalização dos serviços de saneamento básico. O presente estudo poderá nortear as tomadas de decisões nos setores de vigilância sanitária e epidemiológica na execução de políticas públicas direcionadas ao controle vetorial.

Palavras-chave: Saúde ambiental rural. Salubridade. Endemia. Modelagem ambiental.

3.1 INTRODUÇÃO

Arboviroses transmitidas por *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (Linnaeus 1972) e *albopictus* (Skuse) representam uma ameaça à saúde pública em todo o mundo, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS). O mosquito *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae) está disseminado em todos os estados brasileiros (IOC/FIOCRUZ, 2016), assim como em outros países, tais como na Índia (ROY *et al.*, 2021), Colômbia (MORGAN; SALCEDO-SORA; STRODE, 2021), Sudão (ELAAGIP *et al.*, 2020), Indonésia (ALIYYAH; SINAGA; SINTORINI, 2020), Paquistão (NAEEM; PILZ; SHABBIR, 2020), Guatemala (MADEWELL *et al.*, 2019), México (CAUICH-KUMUL *et al.*, 2018) e no Equador (KENNESON *et al.*, 2017).

No Brasil, a primeira epidemia de dengue (DENV) documentada clínica e laboratorialmente ocorreu em 1981-1982, a partir de então a doença se tornou uma infecção comum no país (IOC/FIOCRUZ, 2022). Nas Américas atualmente é endêmica, onde cerca de 500 milhões de pessoas correm o risco de serem infectados; a Zika foi detectada em 2007, através da primeira grande epidemia em Yap (Micronésia); em 2014 identificou-se a febre do chikungunya em vários países e território no Caribe e América do Sul (OPAS/OMS, 2022).

As doenças arbovirais estão atingindo cada vez mais pessoas no Brasil (BRASIL, 2021) independente se a população reside em áreas urbanas ou rurais. No ambiente urbano, a proliferação do vetor é favorecida em razão de vários fatores, dentre eles, o crescimento desordenado e a densidade demográfica (COSTA *et al.*, 2021; RODRIGUES *et al.*, 2016; SILVA; MACHADO, 2018). No entanto, a infestação crescente pelo *Aedes aegypti* pode ter alcançado outras regiões, evidenciado pelas incidências identificadas também em áreas rurais no país (BARBOSA *et al.*, 2009; BORSEKOWSKY; MÜLLER; STAHLHÖFER, 2021).

Assim, a Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde do Brasil ao apresentar a situação epidemiológica recente de dengue, Zika e chikungunya enfatizou a importância da intensificação do controle dos criadouros do mosquito *Aedes aegypti* e a organização dos serviços de saúde para evitar o aumento expressivo de casos e óbitos no País (BRASIL, 2021). De acordo com a referida Secretaria, no ano de 2021, a região Centro-Oeste foi a que apresentou a maior taxa de incidência de dengue (616,8 casos por 100 mil habitantes) e a terceira maior taxa tanto de incidência de chikungunya (7,6 casos por 100 mil habitantes) quanto de Zika (1,9 casos por 100 mil habitantes).

Em função da estreita relação entre o *Aedes aegypti* e o ser humano esse vetor oportunamente se beneficia quando políticas públicas não são efetivadas, por isso o

saneamento básico é um indicador bastante considerado em estudos que investigam quais variáveis socioambientais podem explicar a existência de ambientes favoráveis à reprodução de vetores e, conseqüentemente, à incidência de doenças arbovirais. Conforme recomenda a OMS, frente a não existência de um tratamento eficaz de prevenção, medidas como identificar e eliminar criadouros do vetor a nível domiciliar se torna a principal ação para erradicar arboviroses, sendo os resíduos sólidos potenciais berçários para o *Aedes aegypti* se proliferar.

No entanto, diversas outras variáveis são apontadas na literatura (SILVA; SCALIZE, 2022), destacando os elementos meteorológicos, em geral a precipitação e a temperatura (SHARMIN *et al.*, 2018; SHABBIR; PILZ; NAEEM, 2020); os indicadores sociodemográficos e/ou socioeconômicos (FERREIRA *et al.*, 2022; SCAVO *et al.*, 2021), e principalmente as condições do ambiente local em termos de infraestruturas sanitárias, aliado a educação em saúde ambiental (CAUSA *et al.*, 2020; KABIR *et al.*, 2020).

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi investigar correlações entre soroprevalência da dengue, Zika e chikungunya e variáveis socioambientais que podem agravar à existência de criadouros de *Aedes aegypti* e/ou ocorrência de doenças arbovirais em comunidades rurais e tradicionais de Goiás, Brasil.

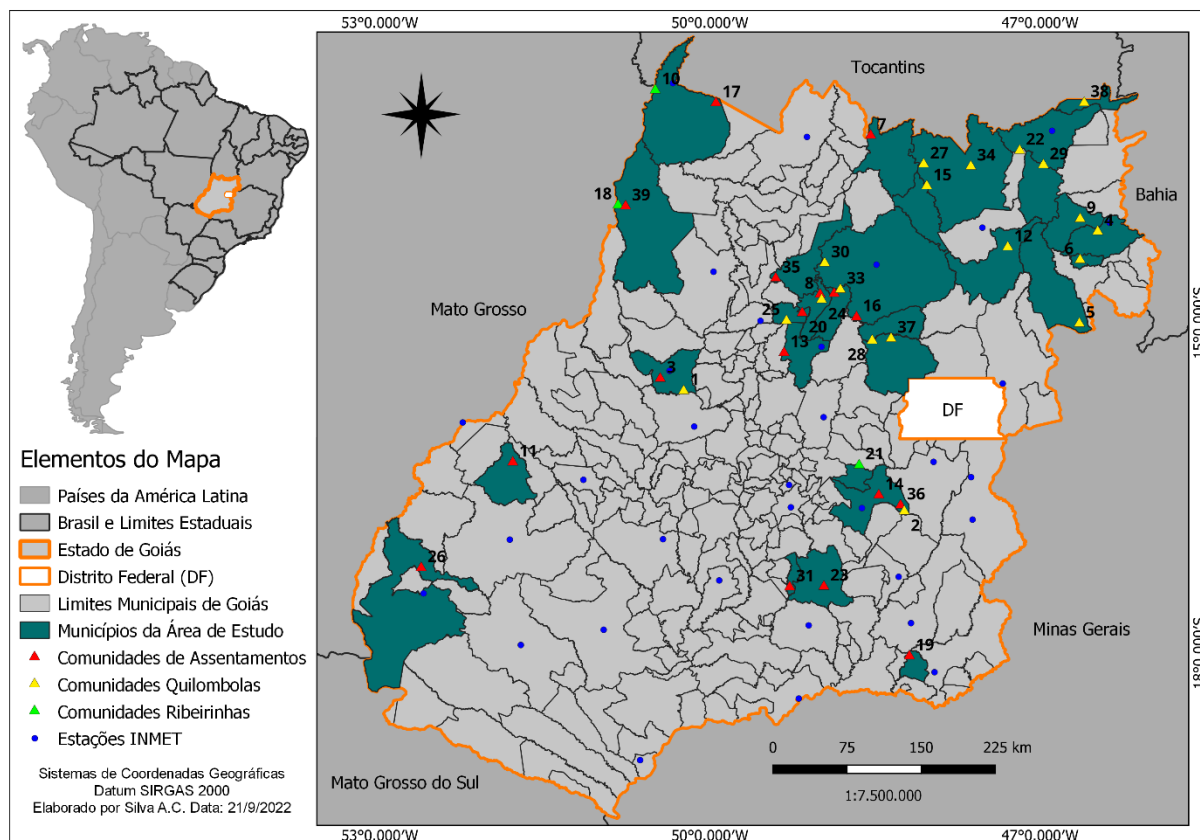
3.2 METODOLOGIA

Neste tópico, apresentar-se-á o método utilizado para efetivar esta pesquisa.

3.2.1 Área de estudo

A área de estudo compreendeu 39 comunidades rurais, distribuídas em 29 municípios do estado de Goiás, Brasil (Figura 3.6). No âmbito do Projeto “Saneamento e Saúde Ambiental em Comunidades Rurais e Tradicionais de Goiás” (SanRural), essas comunidades são de três tipologias, 49% quilombolas (QUI), 44% assentamentos da reforma agrária (ASO) e 8% ribeirinhas (RIB). Totalizaram 2119 moradores em 725 domicílios, que foram envolvidos na pesquisa, representando 65,5% da população total das comunidades estudadas.

Figura 3.6 – Localização das 39 comunidades rurais inseridas em seus respectivos municípios, e das estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)



Nota: comunidade/município: Água Limpa/Faina = 1; Almeidas/Silvânia = 2; Arraial das Antas II/Faina = 3; Baco Pari/Posse = 4; Canabrava/Flores de Goiás = 5; Castelo, Retiro e Três Rios/Simolândia = 6; Céu Azul/Minaçu = 7; Engenho da Pontinha/Santa Rita do Novo Destino = 8; Extrema/Iaciara = 9; Fio Velasco/São Miguel do Araguaia = 10; Fortaleza/Piranhas = 11; Forte/São João D'Aliança = 12; Itajá II/Goianésia = 13; João de Deus/Silvânia = 14; José de Coletto/Colinas do Sul = 15; Julião Ribeiro/Niquelândia = 16; Lageado/São Miguel do Araguaia = 17; Landi/Santa Rita do Novo Destino = 18; Madre Cristina/Goianira = 19; Monte Moriá/São Luiz do Norte = 20; Olho D'Água/Gameleira de Goiás = 21; Pelotas/Monte Alegre de Goiás = 22; Piracanjuba/Piracanjuba = 23; Pombal/Santa Rita do Novo Destino = 24; Porto Leucádio/São Luiz do Norte = 25; Pouso Alegre/Mineiros = 26; Povoado Vermelho/Minaçu = 27; Queixo Dantas/Mimoso de Goiás = 28; Quilombo dos Magalhães/Nova Roma = 29; Rafael Machado/Niquelândia = 30; Rochedo/Professor Jamil = 31; Santa Fé da Laguna/Barro Alto = 32; Santo Antônio da Laguna/Barro Alto = 33; São Domingos/Cavalcante = 34; São Lourenço/Uruaçu = 35; São Sebastião da Garganta/Silvânia = 36; Sumidouro/Padre Bernardo = 37; Taquarussu/Campos Belos = 38; Tarumã/Nova Crixás.

Fonte: autores.

3.2.2 Seleção e obtenção dos indicadores

Em função da disponibilidade de dados (coletados em campo ou disponíveis na literatura) e a partir do artigo de revisão de Silva e Scalize (2022), foram selecionados 33,3% (1/3) dos indicadores da saúde (INDS), bem como 33 indicadores (preditores), 47,1% (33/70), contemplando 81,3% (13/16) das variáveis, dentro das três categorias, saneamento básico (SAN), elementos climatológicos (CLIM) e variáveis complementares, as quais foram denominadas como “integrativa” (INT). A escolha dessas categorias e quantidade de dados foi em virtude da sua estreita associação com doenças arbovirais, notadamente apontada na

literatura. Esses dados, bem como as tipologias de comunidades rurais (quilombola, ribeirinha e assentamentos da reforma agrária), foram utilizados para investigar a relação com soroprevalências para dengue, Zika e chikungunya, somando 36 preditores (Tabela 3.2).

Tabela 3.2 – Indicadores de saúde (variáveis respostas) correlacionados com 33 fatores socioambientais (preditores) de três tipologias de comunidades rurais de Goiás, Brasil

Variáveis respostas		
Indicador de saúde	DEN) Soroprevalência para dengue ZIK) Soroprevalência para Zika CHIK) Soroprevalência para chikungunya	
Variáveis e preditores		
Categoria	Variável	Indicador
Saneamento (SAN)	Água (AG)	AG1) Proporção de domicílios com AG encanada; AG2) Proporção de domicílios com acondicionamento adequado da AG nos espaços intradomiciliares; AG3) Proporção de domicílios com presença de reservatório domiciliar sem tampa; AG4) Proporção de domicílios com presença de recipientes para dessedentação ou alimentação de animais; AG5) Proporção de domicílios com presença de recipientes que acumulam AG para usos diversos.
	Resíduos sólidos (RS)	RS1) Proporção de domicílios com coleta de RS; RS2) Proporção de domicílios que enterram todo ou parte dos RS; RS3) Proporção de domicílios que jogam em terreno baldio ou logradouro todo ou parte dos RS; RS4) Proporção de domicílios com RS acumulados em buracos; RS5) Proporção de domicílios que jogam em lote vazio ou no mato os RS separados; RS6) Proporção de domicílios que deixam no quintal os RS separados; RS7) Proporção de domicílios que deixam resíduos de pneus no quintal.
	Esgoto (EG)	EG1) Proporção de domicílios com atendimento adequado de esgotamento sanitário; EG2) Proporção de domicílios com solução individual para EG inadequada; EG3) Proporção de domicílios sem solução para EG.
	Drenagem (DR)	DR1) Proporção de domicílios com atendimento por solução para o escoamento superficial excedente.
Integrativa (INT)	Altitude (ALT)	ALT1) Elevação altimétrica média (acima do nível do mar) na área de influência da comunidade.
	Geografia (GE)	GE1) Proporção de domicílios próximos de pelo menos dois outros domicílios; GE2) Proporção de distâncias entre domicílios menores ou iguais a 500 metros; GE3) Proporção de domicílios dispersos.
	Uso do solo (US)	US1) Cobertura por área de pastagem; US2) Cobertura por vegetação nativa; US3) Cobertura por agricultura ou áreas agrícolas.
	Sociodemográfico (SD)	SD1) Densidade demográfica; SD2) Número de habitantes; SD3) Escolaridade; SD4) Analfabetismo.
	Socioeconômico (SE)	SE1) Rendimento geral da comunidade em termos de salário mínimo.
Climatológica (CLIM)	Sociocultural (SC)	SC1) Proporção de domicílios que já constatou presença do vetor <i>Aedes aegypti</i> ; SC2) Proporção de domicílios que usa alguma proteção para evitar picada de mosquitos.
	Temperatura (TM)	TM1) Temperatura do ar média anual.
	Precipitação (PR)	PR1) Precipitação estimada média anual (PERSIANN).
	Umidade (UR)	UR1) Umidade relativa do ar.
Tipologia de comunidade rural		ASO) Assentamento da reforma agrária RIB) Comunidade Ribeirinha QUI) Comunidade Quilombola

Fonte: autores.

Os indicadores de saúde, soroprevalências para doenças arbovirais, foram obtidos de Pagotto

et al. (2022). As variáveis preditoras referentes às categorias SAN e INT foram determinadas por meio de dados primários e as preditoras da categoria CLIM obtidas de base de dados institucionais (Instituto Nacional de Meteorologia - INMET e *Precipitation Estimation from Remotely Sensed Information using Artificial Neural Networks* - PERSIANN). A obtenção dos dados primários foi realizada por meio do Projeto SanRural, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Goiás (UFG), sob o CAAE nº 87784318.2.0000.5083.

Foram utilizados dados de soroprevalência para as arboviroses dengue, Zika e chikungunya, denominadas “variáveis respostas”, determinadas por Pagotto et al. (2022) por meio de coleta de material clínico em 696 habitantes (32,8%) residentes em 535 domicílios, referentes a mesma área de estudo e delineamento amostral que foram obtidas as variáveis das categorias saneamento e variáveis integrativas.

Os indicadores das categorias SAN e INT foram obtidos a partir do Projeto SanRural, com coleta de dados em campo entre agosto de 2018 a novembro de 2019, executada por diferentes métodos, incluindo a pesquisa quantitativa, observacional e analítica.

No delineamento amostral, considerou-se as famílias como unidades primárias de amostragens (UPAs) cujos integrantes eram moradores com residência fixa em uma parcela (lote ou área) da comunidade que, no período das atividades *in loco*, estavam presentes ou temporariamente ausentes. Assim, selecionou-se as UPAs, pelo método de amostragem aleatória sistemática, em um estágio, considerando um integrante da família (pessoa com idade maior que 18 anos) responsável pelo domicílio.

Os dados foram coletados com aplicação de dois documentos estruturados (vide Apêndice 2). O primeiro documento foi um questionário dividido em blocos de questões para identificar o entrevistado(a) e caracterizar os perfis sociodemográfico e socioeconômico. Além disso, os responsáveis pelos domicílios foram interrogados sobre a presença do *Aedes aegypti* no domicílio e uso de alguma proteção para evitar picada de mosquitos. O segundo documento se referiu a um formulário composto por um *checklist* observacional. Em cada domicílio verificou-se a presença ou ausência de infraestruturas de drenagem, manejo de resíduos sólidos, armazenamento de água, disposição e infraestrutura de esgotamento sanitário e potenciais criadouros de culicídeos. Durante as visitas em campo, foram realizados registros fotográficos e marcação das coordenadas geográficas de cada domicílio da comunidade com uso do aplicativo UTM GEO Map em dispositivo móvel (celular). Os metadados foram organizados e checados para verificação de erros não amostrais, inconsistências e avaliação de não respostas.

Os indicadores das variáveis preditoras das categorias SAN e INT, com exceção das variáveis altitude, uso do solo e geografia, foram determinados a partir do total de ocorrências observadas de cada indicador pelo total de domicílios visitados e/ou moradores entrevistados. Os preditores das variáveis altitude e uso do solo foram determinados por meio de análise de geoprocessamento, considerando a distribuição espacial do meio físico e delimitação da área de influência, disponíveis nos diagnósticos técnico participativos das comunidades do Projeto SanRural (SCALIZE *et al.*, 2020).

A variável geografia, dentro da categoria INT, foi analisada a luz de três indicadores, utilizando domicílios próximos de pelo menos dois outros domicílios vizinhos (GE1); Distâncias menores ou iguais a 500 metros (GE2); Percentual de domicílios dispersos (GE3). Para isso, as coordenadas foram inseridas no software QGIS *Hannover*, do sistema de informação geográfica (SIG), e sobrepostas em mapas base e imagens de satélite de Goiás a fim de obter os mapas para análise geoespacial, propiciando identificação de possíveis áreas de maior risco de transmissão de arbovírus. Segundo Ali e Ahmad (2019), a exibição por meio de mapas visa localizar as residências para atestar vulnerabilidades devido à proximidade entre vizinhança e possível suscetibilidade espacial (ALI; AHMAD, 2019). Os mapas facilitam visualizar a configuração na comunidade dos domicílios, sugerindo previamente os mais próximos e os mais distantes.

Assim, por meio do software R *Studio* versão 4.1.0, determinou-se as distâncias euclidianas (d) entre domicílios e, sistematizando-as em matrizes de distâncias, identificou-se àquelas inferiores a 500 metros, bem como os domicílios dispersos. Neste trabalho, considerou-se como domicílios dispersos àqueles cuja distância ao domicílio mais próximo era superior a 500 metros, dentro da faixa citada na literatura (HARRINGTON *et al.*, 2005; HONÓRIO *et al.*, 2003; FREITAS; OLIVEIRA, 2009). Dessa forma, se determinou a distância “ d ” entre os domicílios “ i ” e “ j ” em um espaço bidimensional (Equação 3.1).

$$d_{i,j} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} \quad (3.1)$$

Onde, X_i , X_j , Y_i , Y_j = latitudes e longitudes em coordenadas planas UTM (*Universal Transversa de Mercator*) de cada domicílio, respectivamente.

Dentro da categoria CLIM, as variáveis temperatura (TM1) e umidade relativa do ar (UR1) foram obtidas a partir de valores médios anuais de estações meteorológicas localizadas mais próximo possível das 39 comunidades rurais, extraídas de banco de dados históricos registrados pelo INMET e submetidos a checagem de concordâncias amostrais. Para os dados ausentes aplicou-se a técnica de correções de falhas pelo método das Ponderações

Regionais, consistindo em preencher falhas de dados mensais por meio da ponderação regional (AMADOR; SILVA, 2020), expresso na Equação 3.2.

$$PY = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{PX_1}{X_{m1}} + \frac{PX_2}{X_{m2}} + \frac{PX_3}{X_{m3}} \right) \cdot Y_m \quad (3.2)$$

Onde, PY = valor observado em Y no intervalo que apresenta falha; X₁, X₂ e X₃ = pontos e tem dados; Y_m = valor médio do posto Y; PX₁, PX₂ e PX₃ = valores nos postos X₁ a X₃ no intervalo em que Y apresenta falha.

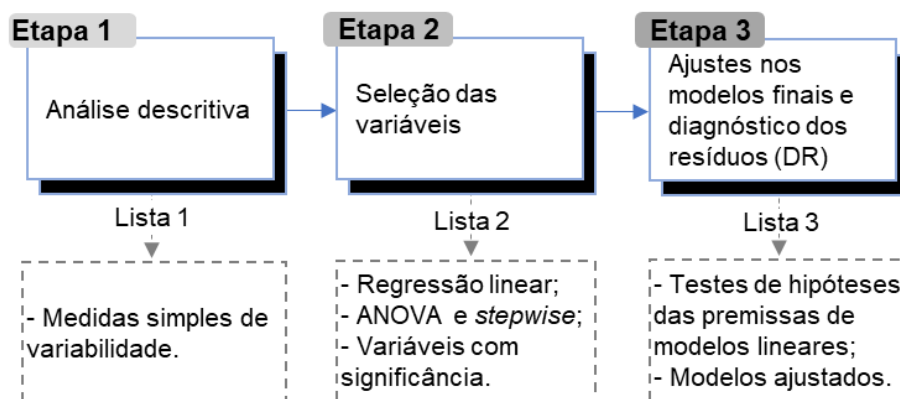
A variável precipitação (PR1) obtida a partir de registros históricos estimados PERSIANN do *Center for Hydrometeorology and Remote Sensing* (CHRS) da Universidade da Califórnia, Irvine (UCI). O algoritmo PERSIANN é baseado em imagens infravermelhas de ondas longas geoestacionárias para gerar precipitação global a cada 0,25° pixel de resolução espacial e produto com cobertura de 60° S a 60° N (CHRS, 2021), os dados do PERSIANN correspondem ao ano 2000 aos dias atuais. Dessa forma, utilizando resolução temporal mensal e período entre setembro de 2000 e agosto de 2020, os dados PERSIANN foram extraídos em Arquivo Tif, onde cada pixel da imagem representava um valor mensal de precipitação. Por meio de SIG foram selecionados os pixels pertencentes a cada município de Goiás específico e processados de forma a resultar o quantitativo pluviométrico para computar a média de precipitação anual por ano hidrológico.

3.2.2 Análise estatística

A Figura 3.7 ilustra as etapas da modelagem, através de um fluxograma metodológico da análise estatística, listando as aplicações realizadas com a utilização da linguagem R no software *R Studio*, versão 4.2.1 (Apêndice 3).

Na análise descritiva (etapa 1) realizou-se estatística descritiva, sendo uma etapa importante e base para as posteriores análises (MANCUSO *et al.*, 2018). Dessa forma, numa análise univariada, a partir do pacote *DescTools* no R (SIGNORELL *et al.*, 2022), obtiveram-se medidas simples de variabilidade (desvio padrão e variância).

Figura 3.7 - Fluxograma metodológico da análise estatística



Fonte: autores.

Na etapa 2, realizou-se análise bivariada entre as variáveis respostas (soroprevalência para arboviroses) e as explicativas possíveis (variáveis preditoras), através de modelos em pares com a aplicação de regressão linear (LM), análise de variância (ANOVA) e processamento de modelo de regressão obtido pelo método *stepwise* para exclusão de variáveis não estatisticamente significativas. Na seleção de variáveis, os modelos foram verificados através de um Critério de Informação de Akaike, *Akaike's An Information Creterion* (AIC). A cada modelo se observou um menor valor de AIC, na medida que se excluía uma variável por vez.

Na etapa 3, ajustes dos modelos, com as variáveis preditoras selecionadas na análise bivariada e processamento do método *stepwise*, realizou-se os diagnósticos dos resíduos dos modelos finais através da verificação de premissas de qualidade dos ajustes. Para cada diagnóstico, analisou-se a normalidade, através de dois testes de hipóteses, Shapiro-Wilk e Anderson-Darlin; homoscedasticidade, através do método de Breusch-Pagan, a fim de verificar variância constante dos resíduos; pontos de alavancagem e influência; pressuposto de resíduos não autocorrelacionados, através de Durbin-Watson e multicolinearidade pelo fator de inflação de variância, *variance inflation factor* (VIF) da matriz de correlação de *Pearson*, para assegurar que os modelos gerados fossem estatisticamente representativos.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dos 725 domicílios visitados, envolveram-se 2119 habitantes, com média de 3 pessoas por domicílio. Em 37,7% desses domicílios pelo menos uma pessoa já tinha sido infectada, em algum momento de sua vida, com o vírus Zika, chikungunya e/ou com um dos sorotipos da dengue. No Brasil, os arbovírus tem eficiência de transmissão pelo *Aedes aegypti* (BRASIL, 2009), cujo vetor é favorecido, seja pelo tipo de clima para o seu habitat ou pelo aspecto socioeconômico do meio rural brasileiro ou, principalmente, pela falta de universalização dos serviços de saneamento básico (CYSNE, 2019).

As Tabelas 3.3 e 3.4 apresentam os resultados das variáveis respostas e (preditores) utilizados na modelagem estatística, destacando os 17 indicadores que demonstraram associação com as arboviroses dengue, Zika e /ou chikungunya, nas análises de regressão linear.

Tabela 3.3 – Resultados das variáveis respostas e indicadores (preditores) utilizados na modelagem estatística, destacando as colunas com os indicadores que demonstraram associação com as arboviroses dengue, Zika e/ou chikungunya

CR	Variável resposta			Indicador (Preditor)																
	DEN	ZIK	CHIK	AG1	AG2	AG3	AG4	AG5	RS1	RS2	RS3	RS4	RS5	RS6	RS7	EG1	EG2	EG3		
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	40,0	0,0	40,0	81,3	6,3	7,1	62,5	31,3	0,0	0,0	100,0	37,5	0,0	6,3	0,0	87,5	42,9	87,5		
2	14,5	0,0	5,4	84,0	76,0	0,0	32,0	12,0	0,0	10,5	100,0	52,0	0,0	0,0	0,0	92,0	34,8	68,0		
3	28,1	0,0	0,0	0,0	80,8	0,0	26,9	84,6	0,0	0,0	96,2	53,8	0,0	8,0	0,0	50,0	88,9	100,0		
4	49,0	0,0	17,9	52,4	40,5	6,7	28,6	71,4	0,0	38,1	100,0	71,4	7,1	0,0	0,0	95,2	22,5	65,9		
5	24,5	0,0	0,0	97,1	2,9	0,0	28,6	54,3	0,0	37,1	100,0	71,4	5,7	2,9	0,0	82,9	38,7	85,7		
6	82,4	5,9	4,2	100,0	33,3	11,1	25,0	33,3	87,0	4,2	95,8	29,2	29,2	0,0	0,0	95,8	29,2	75,0		
7	45,2	4,1	14,1	100,0	25,0	5,3	58,3	25,0	8,3	0,0	100,0	33,3	25,0	0,0	0,0	91,7	8,3	75,0		
8	28,5	5,5	2,3	100,0	13,0	0,0	22,7	40,9	0,0	4,3	82,6	45,5	18,2	5,3	12,5	95,7	40,9	74,0		
9	22,1	0,0	51,2	88,9	11,1	20,0	44,4	55,6	0,0	0,0	88,9	77,8	0,0	0,0	0,0	33,3	100,0	100,0		
10	6,4	0,0	2,6	10,0	70,0	8,3	25,0	50,0	5,0	30,0	100,0	65,0	10,0	0,0	0,0	35,0	77,8	95,0		
11	31,6	1,7	19,7	96,6	10,3	0,0	44,8	37,9	0,0	31,0	100,0	51,7	13,8	6,9	4,3	82,8	13,8	72,5		
12	65,2	0,0	38,3	20,0	10,0	0,0	20,0	70,0	0,0	40,0	100,0	50,0	20,0	0,0	0,0	80,0	28,6	100,0		
13	75,3	16,7	76,0	100,0	20,0	16,7	30,0	10,0	0,0	5,0	95,0	40,0	15,0	0,0	0,0	65,0	5,3	65,0		
14	15,3	0,0	13,0	92,9	35,7	0,0	57,1	35,7	0,0	0,0	100,0	28,6	28,6	0,0	0,0	92,9	69,2	100,0		
15	35,7	0,0	25,0	85,7	28,6	22,2	57,1	42,9	0,0	14,3	85,7	71,4	28,6	0,0	0,0	100,0	57,1	100,0		
16	53,3	14,0	18,5	84,6	69,2	0,0	61,5	7,7	0,0	0,0	100,0	53,8	23,1	0,0	0,0	92,3	41,7	69,2		
17	7,1	0,0	45,5	66,7	91,7	8,3	5,6	61,1	0,0	16,7	97,2	50,0	2,8	0,0	0,0	55,6	25,0	66,7		
18	12,2	9,1	6,7	69,2	69,2	0,0	65,4	50,0	0,0	3,8	100,0	38,5	19,2	11,5	0,0	92,4	28,0	92,3		
19	31,6	1,7	19,7	94,7	36,8	12,5	26,3	52,6	0,0	10,5	100,0	73,7	15,8	5,3	6,3	73,7	83,3	94,7		
20	27,1	5,7	42,1	71,4	0,0	0,0	71,4	14,3	0,0	57,1	100,0	57,1	42,9	0,0	0,0	50,0	100,0	100,0		
21	25,8	4,4	49,6	61,5	61,5	7,7	61,5	38,5	0,0	61,5	100,0	69,2	7,7	0,0	0,0	100,0	61,5	100,0		
22	34,4	35,4	39,5	100,0	50,0	0,0	100,0	0,0	0,0	40,0	100,0	90,0	20,0	0,0	11,1	100,0	20,0	100,0		
23	63,0	17,1	1,4	100,0	26,9	19,2	69,2	38,5	0,0	34,6	96,2	38,5	3,8	0,0	0,0	100,0	15,4	88,5		
24	11,4	0,0	11,4	82,4	70,6	0,0	88,2	23,5	0,0	29,4	100,0	35,3	11,8	0,0	6,3	64,7	37,5	82,4		
25	0,0	0,0	20,8	90,9	81,8	6,7	81,8	45,5	0,0	18,2	100,0	72,7	36,4	0,0	0,0	90,9	20,0	45,5		
26	28,2	0,0	3,9	93,3	66,7	0,0	60,0	26,7	0,0	0,0	100,0	40,0	13,3	0,0	0,0	0,0	20,0	80,0		
27	64,6	24,9	14,2	100,0	93,3	0,0	40,0	66,7	0,0	6,7	100,0	73,3	13,3	0,0	0,0	93,3	6,7	60,0		
28	71,4	0,0	18,6	81,3	75,0	0,0	62,5	43,8	0,0	6,3	100,0	68,8	25,0	0,0	0,0	87,5	69,2	87,5		
29	68,9	5,5	12,8	90,0	0,0	0,0	50,0	40,0	0,0	40,0	100,0	20,0	0,0	0,0	0,0	20,0	11,1	60,0		
30	47,3	0,0	19,7	100,0	88,9	0,0	55,6	66,7	0,0	11,1	100,0	88,9	22,2	0,0	0,0	100,0	33,3	77,8		
31	79,4	3,8	10,6	100,0	100,0	0,0	12,5	37,5	0,0	12,5	100,0	75,0	0,0	0,0	0,0	100,0	75,0	75,0		
32	24,4	0,0	21,8	88,5	61,5	28,0	50,0	46,2	0,0	3,8	100,0	57,7	7,7	0,0	0,0	100,0	23,1	80,8		
33	52,5	18,8	43,0	80,0	74,3	14,7	51,4	48,6	0,0	34,3	94,3	60,0	2,9	0,0	3,0	82,9	31,3	88,5		
34	49,4	24,9	26,6	94,7	89,5	15,0	68,4	52,6	0,0	15,8	100,0	57,9	36,8	0,0	0,0	94,7	33,3	84,2		
35	15,7	0,0	2,0	81,5	77,8	5,9	40,7	44,4	0,0	11,1	96,3	66,7	7,4	0,0	0,0	100,0	42,3	85,2		
36	43,4	0,0	6,6	96,0	60,0	3,7	80,0	40,0	0,0	16,0	100,0	44,0	28,0	0,0	0,0	16,0	8,7	40,0		
37	72,2	8,2	20,8	57,1	28,6	23,1	14,3	42,9	0,0	14,3	100,0	42,9	0,0	0,0	0,0	57,1	14,2	57,1		
38	63,7	23,4	12,3	100,0	43,8	5,6	18,8	31,3	0,0	18,8	100,0	31,3	0,0	6,3	0,0	100,0	6,2	56,2		
39	1,1	0,0	0,0	100,0	100,0	0,0	57,1	42,9	0,0	14,3	100,0	71,4	28,6	0,0	0,0	100,0	28,6	85,7		
$\bar{x}$	38,8	5,9	19,9	81,9	50,8	6,4	47,6	41,4	2,6	17,7	98,2	55,3	14,6	1,3	1,1	78,2	38,3	80,0		
DP	23,1	9,0	17,4	24,4	31,0	7,9	22,4	18,1	13,8	16,3	4,0	17,4	12,0	2,8	2,9	26,7	26,5	15,9		
CV	0,60	1,51	0,87	0,30	0,61	1,25	0,47	0,44	5,36	0,92	0,04	0,31	0,82	2,12	2,64	0,34	0,69	0,20		

Nota: Comunidade rural = CR (os nomes estão na Figura 3.6); dengue = DEN; Zika = ZIK; Chikungunya = CHIK; proporção de domicílios com água encanada = AG1; proporção de domicílios com acondicionamento adequado da água no intradomicílio = AG2; proporção de domicílios com presença de reservatório domiciliar sem tampa = AG3; proporção de domicílios com presença de recipientes para dessedentação de animais = AG4; proporção de domicílios com presença de recipientes que acumulam água para usos diversos = AG5; proporção de domicílios com coleta de resíduos sólidos = RS1; proporção de domicílios que enterram todo ou parte dos resíduos sólidos = RS2; proporção de domicílios que jogam em terreno baldio ou logradouro todo ou parte dos resíduos sólidos = RS3; proporção de domicílios com resíduos sólidos acumulados em buracos = RS4; proporção de domicílios que jogam em lote vazio ou no mato os resíduos sólidos separados = RS5; proporção de domicílios que deixam no quintal os resíduos sólidos = RS6; proporção de domicílios que deixam resíduos de pneus no quintal = RS7; proporção de domicílios com atendimento adequado de esgotamento sanitário = EG1; proporção de domicílios com solução individual para esgotamento

sanitário = EG2; proporção de domicílios sem solução para esgotamento sanitário = EG3; média = $\bar{x}$; desvio padrão = DP; coeficiente de variação = CV.

Fonte: autores.

Tabela 3.4 – Resultados dos indicadores (preditores) restantes utilizados na modelagem estatística, destacando as colunas com os indicadores que demonstraram associação com as arboviroses dengue, Zika e/ou chikungunya

CR	Indicador (Preditor)																	
	DR1	ALT1	GE1	GE2	GE3	US1	US2	US3	SD1	SD2	SD3	SD4	SE1	SC1	SC2	TM1	PR1	UR1
	%	m	%	%	%	%	%	%	hab./km ²	numeral	Índice	Índice	Índice	%	%	°C	mm/ano	%
1	37,5	562,0	50,0	7,6	8,3	25,3	74,7	0,0	9,0	60,0	0,1333	0,6000	0,4271	5,0	31,3	25,3	1423,2	65,9
2	73,7	821,0	81,0	13,4	9,5	42,0	40,2	17,8	4,1	121,0	0,1481	0,8333	0,3467	0,0	36,0	22,1	1246,6	70,9
3	19,2	657,5	100,0	51,3	0,0	6,1	93,9	0,0	6,3	198,0	0,1425	0,8718	0,2436	0,0	19,2	24,3	979,6	63,0
4	28,6	742,0	77,8	9,7	13,0	49,9	49,2	0,8	3,2	319,0	0,1707	0,8065	0,3492	0,0	47,6	20,6	980,2	63,0
5	37,1	505,0	70,0	4,2	12,9	36,4	62,4	0,8	2,1	172,0	0,1647	0,7326	0,4000	2,0	42,9	24,3	971,8	63,0
6	12,5	510,0	100,0	70,6	0,0	87,8	12,2	0,0	75,5	151,0	0,2216	0,9091	0,3194	7,0	58,3	24,3	983,0	63,0
7	41,7	482,0	22,2	5,9	22,2	48,9	42,8	7,3	2,7	50,0	0,1768	0,9091	0,3611	0,0	58,3	24,1	1248,7	67,1
8	17,4	618,0	92,3	83,9	2,6	38,0	62,0	0,0	29,0	89,0	0,1923	0,7885	0,2754	2,0	69,6	20,6	1039,4	63,0
9	33,3	373,5	100,0	40,0	0,0	15,1	82,1	0,0	9,7	29,0	0,1377	0,7826	0,1852	4,0	33,3	20,6	1264,6	63,0
10	80,0	381,0	63,0	7,7	11,1	23,9	70,0	0,0	6,6	99,0	0,1279	0,7534	0,3583	3,0	50,0	25,6	1080,9	63,0
11	82,8	590,0	65,2	3,7	22,7	49,0	50,1	0,4	3,8	155,0	0,1887	0,8382	0,3851	1,0	24,1	24,1	1267,6	67,1
12	60,0	516,5	80,0	64,4	0,0	17,0	66,8	11,0	6,7	40,0	0,2208	0,8500	0,3833	0,0	60,0	24,3	1287,4	67,1
13	30,0	382,0	96,2	89,8	3,8	18,5	81,4	0,0	19,4	60,0	0,1558	0,7174	0,2833	0,0	40,0	25,9	1416,3	63,0
14	28,6	594,0	100,0	89,7	0,0	45,6	49,1	2,2	38,1	77,0	0,1455	0,9048	0,3571	2,0	28,6	24,5	1140,0	67,1
15	0,0	612,5	33,3	13,9	33,3	48,5	50,8	0,0	0,4	21,0	0,1042	0,4375	0,4286	6,0	42,9	25,6	998,9	63,0
16	15,4	495,5	11,1	2,6	66,7	37,5	59,4	2,2	1,6	57,0	0,2195	0,9024	0,4744	2,0	76,9	24,5	1241,4	67,1
17	8,3	995,0	98,7	70,0	1,3	25,2	74,8	0,0	63,3	259,0	0,1433	0,8760	0,1898	0,0	33,3	20,6	1234,2	63,0
18	73,1	639,5	82,9	7,7	7,3	59,7	21,6	18,6	9,1	119,0	0,1822	0,8267	0,3590	4,0	61,5	24,1	1097,3	67,1
19	26,3	578,0	77,3	17,7	9,1	18,8	5,7	0,0	12,4	77,0	0,1717	0,9242	0,2105	2,0	36,8	25,6	1150,9	63,0
20	14,3	571,0	57,1	23,8	28,6	13,0	86,5	0,5	4,3	20,0	0,1500	0,9500	0,4286	0,0	28,6	25,3	1423,2	65,9
21	30,8	689,0	19,0	3,8	47,6	16,2	83,8	0,0	3,8	65,0	0,1708	0,9000	0,3590	0,0	61,5	25,9	1416,3	63,0
22	11,1	796,0	69,2	15,4	15,4	27,7	72,3	0,0	4,0	30,0	0,1739	0,7826	0,3167	0,0	0,0	24,1	1267,6	67,1
23	30,8	382,0	35,9	2,7	33,3	67,1	31,9	1,0	5,0	98,0	0,1513	0,8154	0,3654	2,0	11,5	24,5	1363,0	69,1
24	58,8	797,0	83,3	14,4	5,6	30,8	68,4	0,7	5,3	51,0	0,1875	0,8958	0,4510	4,0	64,7	24,1	1246,1	67,1
25	54,5	871,0	70,0	10,0	5,0	64,1	28,2	7,7	17,4	59,0	0,2031	0,9688	0,5758	0,0	27,3	22,1	1246,6	70,9
26	60,0	722,0	41,2	8,1	23,5	14,0	85,9	0,0	1,7	45,0	0,1709	0,8974	0,4222	0,0	13,3	24,5	1241,4	67,1
27	13,3	329,0	16,7	4,6	38,9	41,8	58,2	0,0	4,9	53,0	0,1515	0,8409	0,3444	5,0	6,7	26,6	1716,9	65,9
28	25,0	683,5	38,9	9,8	5,6	25,9	73,6	0,2	5,2	42,0	0,2252	0,9189	0,4896	3,0	50,0	23,0	1181,5	65,6
29	20,0	638,5	10,0	8,9	30,0	57,2	42,7	0,0	6,9	34,0	0,1912	0,9706	0,3833	0,0	20,0	24,3	1287,4	67,1
30	22,2	765,0	40,0	15,6	10,0	87,4	8,9	3,7	10,5	25,0	0,1894	0,8636	0,2963	5,0	22,2	22,7	1297,0	68,9
31	75,0	543,5	25,0	17,9	0,0	68,9	31,1	0,0	5,1	19,0	0,1404	0,8421	0,5208	5,0	12,5	22,9	1496,7	70,1
32	57,7	664,0	65,5	6,2	3,4	51,8	43,5	4,7	8,5	83,0	0,1689	0,8919	0,6218	1,0	38,5	24,9	1321,0	68,9
33	80,0	645,0	66,7	5,1	0,0	25,2	56,9	17,6	6,2	105,0	0,1667	0,9043	0,3333	2,0	25,7	24,1	1248,7	67,1
34	26,3	721,5	45,0	7,4	15,0	14,3	85,6	1,0	3,7	49,0	0,1703	0,9130	0,3596	2,0	26,3	24,5	1363,9	67,1
35	55,6	838,0	62,5	5,4	7,5	44,2	48,9	6,9	5,2	113,0	0,1689	0,8816	0,5000	1,0	44,4	24,1	1246,6	70,9
36	32,0	245,5	15,4	3,7	30,8	56,1	43,9	0,0	6,1	76,0	0,2146	0,9589	0,3933	3,0	48,0	24,9	1588,6	65,9
37	42,9	216,5	81,8	32,7	18,2	55,9	41,6	0,2	9,4	37,0	0,1739	0,9565	0,4762	0,0	100,0	26,6	1716,9	65,9
38	0,0	231,5	89,5	20,5	5,3	34,2	63,5	0,0	29,2	54,0	0,1778	0,8444	0,5833	9,0	81,3	24,9	1588,6	65,9
39	42,9	1013,5	100,0	53,6	0,0	40,7	38,5	20,8	11,3	24,0	0,1587	1,0000	0,2857	0,0	28,6	22,1	1250,6	70,9
$\bar{x}$	37,4	600,5	62,4	23,7	14,0	39,2	55,0	3,2	11,7	82,9	0,1706	0,8528	0,3806	2,1	40,0	24,0	1270,8	66,2
DP	23,1	190,8	28,6	26,3	15,1	20,0	22,4	5,8	15,6	64,8	0,0275	0,1032	0,1001	2,3	21,5	1,6	185,5	2,6
CV	0,62	0,32	0,46	1,11	1,07	0,51	0,41	1,80	1,34	0,78	0,16	0,12	0,26	1,09	0,54	0,07	0,15	0,04

Nota: Comunidade rural = CR (os nomes estão na Figura 3.6); proporção de domicílios com atendimento por solução para o escoamento superficial excedente = DR1; altitude = ALT1; proporção de domicílios próximos de pelo menos dois outros domicílios = GE1; proporção de distâncias entre domicílios menores ou iguais a 500 metros = GE2; proporção de domicílios dispersos = GE3; cobertura por área de pastagem = US1; cobertura por vegetação nativa = US2; cobertura por agricultura ou áreas agrícolas = US3; densidade demográfica = SD1; número de habitantes = SD2; escolaridade = SD3; analfabetismo = SD4; rendimento geral da comunidade em termos de salário mínimo = SE1; proporção de domicílios que já constatou presença do vetor *Aedes aegypti* = SC1; proporção de domicílios que usa alguma proteção para evitar picada de mosquitos = SC2; temperatura = TM1; precipitação = PR1; umidade relativa do ar = UR1; média = $\bar{x}$; desvio padrão = DP; coeficiente de variação = CV.

Fonte: autores.

3.3.1 Correlação apresentada pela análise de regressão linear com uma única variável preditora

Na análise de regressão linear (Tabela 3.5), dentre os indicadores realçados nas colunas das Tabelas 3.4 e 3.5, nove indicadores das três categorias de variáveis (saneamento, integrativa e climatológica) demonstraram relação com as arboviroses dengue, Zika e chikungunya. Destaca-se a altitude (ALT1), que apresentou maior nível de significância (p -valor $<0,001$), onde a correlação de Pearson (Figura 3.8) confirmou a intensidade dessa associação, indicando uma relação inversamente proporcional ($r_p = -0,55$) com a dengue.

Tabela 3.5 – p -valores dos modelos de regressão linear, com respectivos valores do intervalo de confiança, em relação às variáveis identificadas como associadas às soroprevalências para dengue, Zika e/ou chikungunya em comunidades rurais de Goiás, Brasil

IND	Dengue				Zika				Chikungunya			
	Coef	p -valor	IC 95%		Coef	p -valor	IC 95%		Coef	p -valor	IC 95%	
			Inferior	Superior			Inferior	Superior			Inferior	Superior
AG3	0,4251	0,3763	-0,5367	1,3869	0,4251	0,5795	-0,2715	0,4784	0,7562	0,0318*	0,0697	1,4428
EG2	-0,2309	0,1032	-0,5109	0,0491	-0,1206	0,0256*	-0,2256	-0,0155	0,0449	0,6791	-0,1731	0,2628
ALT1	-0,0662	<0,001***	-0,1001	-0,0324	-0,0120	0,1164	-0,0271	0,0031	-0,0029	0,8467	-0,0333	0,0274
GE1	-0,2659	0,0413*	-0,5207	-0,0111	-0,0402	0,4374	-0,1438	0,0635	0,0455	0,6510	-0,1568	0,2479
US1	0,2748	0,1448	-0,0990	0,6486	-0,0418	0,5715	-0,1902	0,1066	-0,3701	0,0069**	-0,6321	-0,1081
US2	-0,1073	0,5294	-0,4496	0,2351	0,0607	0,3570	-0,0711	0,1925	0,3214	0,0089**	0,0857	0,5572
SD3	144,8800	0,1045	-31,4969	321,2525	71,4440	0,0365*	4,7365	138,1524	-19,9400	0,7703	-157,3383	117,4495
TM1	4,6520	0,0449*	0,1108	9,1929	1,7714	0,0489*	0,0091	3,5337	1,2080	0,4993	-2,3790	4,7948
PR1	0,0459	0,0211*	0,0073	0,0845	0,0188	0,0144*	0,0040	0,0336	0,0251	0,0994	-0,0050	0,0552

Nota: Proporção de domicílios com presença de reservatório domiciliar sem tampa = AG3; proporção de domicílios com solução individual para esgotamento sanitário = EG2; altitude = ALT1; proporção de domicílios próximos de pelo menos dois outros domicílios = GE1; cobertura por área de pastagem = US1; cobertura por vegetação nativa = US2; escolaridade = SD3; temperatura = TM1; precipitação = PR1; indicador = IND; coeficiente de regressão = Coef; intervalo de confiança do coeficiente angular = IC; nível de significância = 0 ****, 0,001 ***, 0,01 **, 0,05 ', 0,1 ' '.

Fonte: autores.

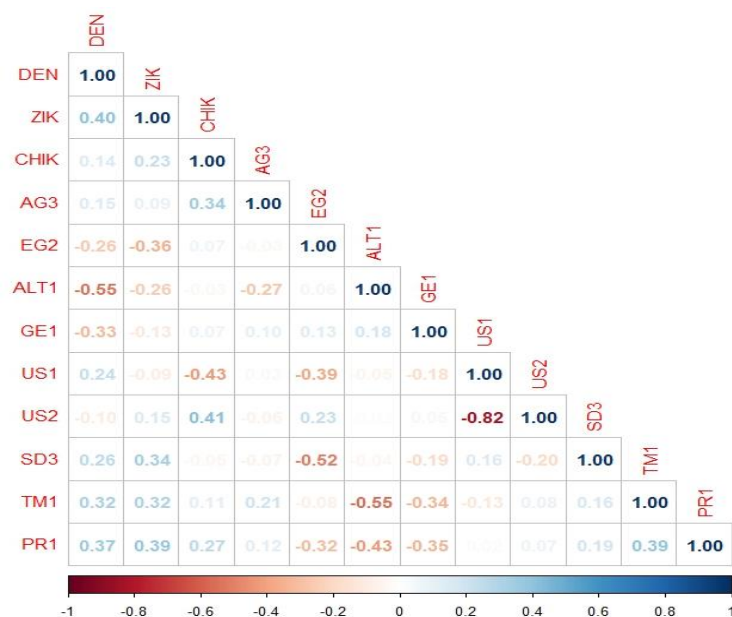
Na matriz de correlação de *Pearson* (Figura 3.8), os coeficientes resultantes das associações entre as soroprevalências para dengue, Zika e chikungunya e os indicadores socioambientais com significância estatística na regressão linear (p -valor $<0,05$) variaram entre -0,55 e 0,41, sugerindo correlações fraca e moderada ($-0,60 < r_p < 0,60$) (CALLEGARI-JACQUES, 2007). A forte correlação entre os preditores US1 (Cobertura por área de pastagem) e US2 (Cobertura por vegetação nativa) ($r_p = -0,82$) não inviabilizou as estimativas nos modelos de regressão múltipla, pois os valores de inflação de variância foram abaixo de 10 (Tabela 3.6), não havendo multicolinearidade entre os preditores.

As arboviroses dengue e Zika foram associadas com dois indicadores em comum, precipitação (PR1) e temperatura (TM1), com p -valor $<0,05$ (Tabela 3.5). Em Goiás, a pluviosidade e a incidência de dengue aliada ao índice de infestação predial (IIP) de *Aedes aegypti* se relacionam positivamente (SOUZA; SILVA; SILVA, 2010). A temperatura também pode ser um indicador que favorece a transmissão dos arbovírus no Estado, conforme

verificado em outras regiões do Brasil, como em São Paulo (CESAR; LABINAS, 2007).

Observou-se correlação positiva entre as arboviroses dengue e Zika ($r_p = 0,40$) (Figura 3.8), evidenciando que a circulação do vírus Zika acompanhou a circulação de um ou mais sorotipos da dengue. Isso pode ser devido à capacidade do mesmo vetor (*Aedes aegypti*) transmitir ambas as doenças, inclusive o vírus da chikungunya.

Figura 3.8 – Relação entre soroprevalências para dengue e/ou Zika e/ou chikungunya e preditores socioambientais, apresentada pela matriz de correlação de Pearson



Nota: temperatura = TM1; escolaridade = SD3; cobertura por vegetação nativa = US2; cobertura por área de pastagem = US1; proporção de domicílios próximos de pelo menos dois outros domicílios = GE1; altitude = ALT1; proporção de domicílios com solução individual para esgotamento sanitário = EG2; proporção de domicílios com presença de reservatório domiciliar sem tampa = AG3; precipitação = PR1; chikungunya = CHIK; Zika = ZIK; dengue = DEN.

Fonte: autores.

Quanto à chikungunya, os indicadores US1 ($\text{Coef}_{US1} = -0,3701$) e US2 ($\text{Coef}_{US2} = 0,3214$) demonstraram relação com a soroprevalência para a doença, sugerindo sua redução no aumento das áreas de pastagens, e o seu aumento em função do aumento das áreas com cobertura vegetal. Em razão da possibilidade de transmissão de chikungunya também pelo mosquito *Aedes albopictus*, com maior presença no meio rural em função da proximidade do ambiente silvestre, indicadores de uso e ocupação do solo podem explicar a incidência arboviral, pois são fatores que influenciam a proliferação do vetor (SÁNCHEZ-DÍAZ, 2022).

3.3.1 Correlação apresentada pela análise de regressão múltipla

Na análise de regressão múltipla com os 36 preditores, considerando que diversas variáveis em conjunto podem influenciar a incidência de arboviroses, conforme preconiza a literatura, a Tabela 3.6 apresenta os modelos ajustados, para Zika (Modelo 2) e para chikungunya (Modelo

3). Em relação à dengue (Modelo 1), após ajustes finais com análise de intervalos de confiança, prevaleceu somente o indicador altitude (ALT1), resultando em um modelo de regressão linear de uma única variável preditora, com *p*-valor inferior a 1%, coeficiente de regressão = -0,06 e R^2 ajustado próximo de 0,28. Esse valor de ajuste foi similar ao encontrado por Gomes Mol *et al.* (2020) ao analisar correlação entre dengue, variáveis sociais e gestão de resíduos sólidos.

Tabela 3.6 – Modelos de regressão múltipla das soroprevalências para dengue, Zika e chikungunya em função de indicadores socioambientais em comunidades rurais de Goiás, Brasil

Modelo 1: Dengue						Modelo 2: Zika					
IND	Coef	EP	p-valor	IC 95%		IND	Coef	EP	p-valor	IC 95%	
				Inferior	Superior					Inferior	Superior
(Inter)	78,5375	10,5179	<0,001 ***	57,2262	99,8489	(Inter)	7,3485	7,9510	0,3633	-8,9383	23,6353
ALT1	-0,0662	0,0167	<0,001 ***	-0,1001	-0,0324	ALT1	-0,0333	0,0061	<0,001 ***	-0,0458	-0,0208
R² ajustado			0,2795			RS7	0,8759	0,3412	0,0159 *	0,1769	1,5748
Modelo 3: Chikungunya						DR1	-0,1317	0,0472	0,0093 **	-0,2283	-0,0351
IND	Coef	EP	p-valor	Inferior	Superior	EG1	0,1017	0,0388	0,0139 *	0,0223	0,1811
(Inter)	98,2348	70,8181	0,1747	-5,8456	242,3152	SC2	-0,1696	0,0456	<0,001 ***	-0,2630	-0,0762
ALT1	0,0570	0,0159	0,0011 **	0,0247	0,0893	US3	0,4656	0,2154	0,0393 *	0,0244	0,9068
AG3	0,6874	0,2891	0,0234 *	0,0992	1,2756	US2	0,1361	0,0450	0,0052 **	0,0440	0,2282
PR1	0,0808	0,0186	<0,001 ***	0,0431	0,1186	SD3	66,4828	22,7638	0,0068 **	19,8534	113,1123
QUI	12,7204	6,2370	0,0495 *	0,0311	25,4097	AG2	0,1066	0,0340	0,0040 **	0,0371	0,1762
UR1	-3,4090	1,0971	0,0039 **	-5,6410	-1,1770	AG5	-0,1159	0,0519	0,0336 *	-0,2222	-0,0097
VIF máximo			2,51						2,04		
R² ajustado			0,4078						0,6268		

Nota: Indicador = IND; altitude = ALT1; proporção de domicílios com acondicionamento adequado da água nos espaços intradomiciliares = AG2; proporção de domicílios com presença de reservatório domiciliar sem tampa = AG3; proporção de domicílios com presença de recipientes que acumulam água para usos diversos = AG5; precipitação = PR1; quilombola = QUI; = umidade relativa do ar = UR1; proporção de domicílios que deixam resíduos de pneus no quintal = RS7; proporção de domicílios com atendimento por solução para o escoamento superficial excedente = DR1; proporção de domicílios com atendimento adequado de esgotamento sanitário = EG1; proporção de domicílios que usa alguma proteção para evitar picada de mosquitos = SC2; cobertura por agricultura ou áreas agrícolas = US3; cobertura por vegetação nativa = US2; escolaridade = SD3; intercepto = inter; coeficiente de regressão = Coef; ; erro padrão = EP; fator de inflação da variância = VIF; intervalo de confiança do coeficiente angular = IC; nível de significância = 0 '***', 0,001 '***', 0,01 '**', 0,05 '.', 0,1 ' '.

Fonte: autores.

No Modelo 2 (Zika), o ajuste resultou em 10 indicadores explicando aproximadamente 63% da variabilidade da doença, notadamente os indicadores ALT1 (altitude) e SC2 (percentual de domicílios que fazem uso de alguma proteção para evitar picada de mosquitos), com *p*-valor <0,001 e coeficiente de regressão inferior a zero, indicando relação inversamente proporcional com a Zika. Assim, a cada acréscimo no percentual de domicílios que se protegem contra picada de mosquitos, reduz-se 0,1696 na ocorrência de Zika. No entanto, quanto às relações diretamente proporcionais, nota-se que a cada acréscimo na proporção de domicílios que deixam resíduos de pneus no quintal (RS7), aumenta 0,8759 a soroprevalência da doença, bem como um aumento expressivo (Coef_{SD3} = +66,4828) na ocorrência de Zika explicado pelo nível de escolaridade de uma dada comunidade (SD3). A escolaridade é um determinante social que pode apresentar relação com a incidência da Zika, a exemplo da microcefalia no Brasil que pode atingir principalmente as famílias menos alfabetizadas (MARINHO *et al.*,

2016).

No Modelo 3 (chikungunya), em comparação ao modelo Zika, observou-se uma menor quantidade de indicadores tanto por integrar o modelo quanto pela quantidade de variabilidade explicada ($R^2 = 0,40$), porém esse modelo foi constituído com indicadores das três categorias de variáveis (saneamento, integrativa, climatológica), incluindo de forma singular a tipologia de comunidade quilombola (QUI), aumentando 12,7204 a soroprevalência da doença em função do aumento dessa tipologia de comunidade no modelo. No Brasil, populações ruais tem dificuldade de acesso ao saneamento básico (CARVALHO; TULDER, 2022; RODRIGUES *et al.*, 2022). As comunidades quilombolas são povos culturalmente com maior presença no ambiente rural, onde o déficit na universalização do saneamento é mais acentuado, dentre outras políticas públicas como educação e saúde, o que contribui para um cenário de vulnerabilidades às doenças (SUPERTI; SILVA, 2015), principalmente àquelas transmitidas por vetores.

A categoria integrativa foi a única que apresentou um indicador em comum nos três modelos, notadamente o indicador altitude (ALT1), sendo associado às soroprevalências para as três arboviroses, todavia de forma divergente para a chikungunya devido à relação proporcional com a doença ($\text{Coef}_{\text{ALT1}} = +0,0570$). Os resultados divergentes, podem ser em virtude das limitações do presente estudo (por exemplo, não utilização de indicadores de saúde com dados de infecção recente e/ou notificação, para melhor ajuste do período a considerar das variáveis preditoras) e/ou em função principalmente, segundo Gomes Mol *et al.* (2020), da complexidade das variáveis determinantes do processo saúde-doença.

A elevação é um fator determinante na proliferação do *Aedes aegypti*, em geral esse vetor não vive em altitudes acima de 2 mil metros, devido às condições ambientais (AGUIAR *et al.*, 2018). No presente estudo, esse indicador faz mais sentido na predição da dengue e da Zika, devido ao sinal negativo dos coeficientes de regressão nas análises de regressão múltipla, $\text{Coef}_{\text{ALT1}} = -0,0662$ (dengue), $\text{Coef}_{\text{ALT1}} = -0,0333$ (Zika), havendo diminuição nas soroprevalências das doenças a cada unidade a mais de altitude, mantida constante as outras variáveis.

3.3.1 Considerações finais

A precipitação na análise de regressão linear demonstrou associação com as três arboviroses, mas na regressão múltipla somente foi significativa na predição da chikungunya, $p\text{-valor} < 0,001$, sugerindo aumento de 0,0808 na ocorrência da doença por mm/ano a mais de precipitação. No estudo de Fuller *et al.* (2017), essa variável previu Zika e chikungunya,

corroborando a temática que a relação entre chuva e epidemias reflete a ecologia vetorial, sendo uma variável considerada fundamental na predição de arboviroses. Para a continuidade do ciclo de vida do mosquito é necessário o contato com a água retida e a proliferação do vetor numa dada região é intensificada em função da densidade populacional humana e da alta densidade de habitats larvais (SÁNCHEZ-DÍAZ *et al.*, 2022).

No presente trabalho, o indicador GE1 (percentual de casas com proximidade inferior a 500,0 metros entre domicílios nas comunidades) demonstrou relação com a dengue, sugerindo que a ocorrência da doença reduz 0,2659 percentual, a cada proporção a mais de domicílios vizinhos. A dispersão dos domicílios nas comunidades rurais investigadas foi uma das características observadas, isso pode interferir sobremaneira na efetivação de políticas públicas como o saneamento básico, resultando um cenário deficitário em termos de infraestruturas sanitárias, o que foi observado em maior ou menor quantidade nas comunidades.

Assim, é possível inferir que o contato da população com os arbovírus pode ter ocorrido na própria comunidade em função das condições favoráveis para a existência do vetor.

Devido a estreita relação entre o *Aedes aegypti* e o ser humano, esse mosquito oportunamente se adequa ao ambiente domiciliar, com fácil dispersão e sobrevivência (SILVA *et al.*, 2012), o que justifica a sua maior proliferação nos aglomerados rurais com características da zona urbana, bem como a sua capacidade de sobrevoos (raio de voo) em função da proximidade entre os domicílios, aliado a diversas outras variáveis como condições ambientais e aspectos sociodemográficos (SILVA; SCALIZE, 2022).

De acordo com a literatura, a capacidade de deslocamento de vetores como o mosquito *Aedes aegypti* pode atingir percentuais significativos de casas nos aglomerados humanos rurais e a verificação da proximidade entre as casas poderá certificar o quão esse mosquito conseguiria se deslocar em toda a comunidade. Harrington *et al.* (2005) identificaram, em onze anos de pesquisa (1991-2002) em Porto Rico e Tailândia, que o mosquito *Aedes aegypti* se dispersava no máximo 512 metros entre comunidades rurais. No Brasil, a literatura apresenta dados que se restringem ao urbano, com distâncias que variam de 500 a 800 metros, conforme verificados por Honório *et al.* (2003), Freitas e Oliveira (2009), respectivamente.

A dispersão é atribuída à análise de propagação da doença, sendo um parâmetro que influi diretamente na capacidade de determinado vírus ser transmitido para poucas ou muitas pessoas, a depender da abrangência do deslocamento do vetor (FREITAS, 2010). Logo, é possível especular que quanto mais próximos os domicílios (ou mais aglomerada for a comunidade) maior a dispersão de vetores como as fêmeas do mosquito *Aedes aegypti*, uma

vez carregando um arbovírus após picar uma pessoa infectada, e consequentemente surgem mais casos de doenças arbovirais.

Dessa forma, devido a capacidade de expansão e alcance dessas arbovirose, as epidemias, amplamente estudadas em áreas urbanas, se estendem às áreas rurais (BANERJEE *et al.*, 2015; OVERGAARD *et al.*, 2017). Além disso, os ovos do *Aedes aegypti* resistem a longos períodos de baixa umidade, ficando até 450 dias no clima seco, característica biológica essa que permite a sua viabilidade por meses e, consequentemente, podendo ser transportado ampliando sua distribuição geográfica (IOC/FIOCRUZ, 2016; SARDÃO, 2016), com alcance em áreas rurais, conforme encontrado no Brasil por Braks *et al.* (2003), por exemplo, e pode ser em função de uma complexidade de fatores socioambientais, como a falta de universalização dos serviços de saneamento básico, principalmente.

Nas comunidades aqui investigadas, há um déficit em saneamento, sendo um cenário favorável a possibilidade do vetor *Aedes aegypti* existir no ambiente domiciliar e se proliferar (CYSNE, 2019; RIBEIRO, 2006). Os dados revelaram somente cobertura do componente resíduo sólido (RS), que varia de zero a 86,96% ($\bar{x} = 2,6$; DP = 13,8; CV = 5,36), em termos de domicílios atendidos por coleta direta e/ou indireta de resíduos sólidos. Diante desse cenário, a população se habituou a destinar todo ou parte dos resíduos sólidos em lotes e/ou no mato, sendo um indicador analisado que indicou relação com a Zika. Isso pode ser devido à precariedade do serviço, como a irregularidade na coleta para destinação final ambientalmente adequada, pois resíduos acumulados sem critérios e mal acondicionados por longo tempo são potenciais criadouros de vetores.

Assim, tanto na análise conjunta (regressão múltipla) quanto na análise individual (regressão linear com uma única variável preditora), relacionando os indicadores de saneamento aos índices de soroprevalências para arbovirose, foram apresentadas associações a julgar importantes nessa temática de pesquisa. Por exemplo, diante do déficit em saneamento e/ou da falta de informações em educação em saúde ambiental práticas como deixar o reservatório domiciliar sem tampa, armazenar água para usos diversos e lançar água do chuveiro direto no quintal são adotadas pela população em algumas comunidades e foram indicadores que apresentaram relação com as soroprevalências para chikungunya e Zika, respectivamente.

3.4 CONCLUSÃO

O presente trabalho permitiu concluir que:

- os expressivos índices de soroprevalências para as três doenças arbovirais (dengue,

- Zika e chikungunya), nas comunidades rurais no Centro-Oeste do Brasil, onde em 37,7% dos domicílios pelo menos uma pessoa já havia sido infectada em algum momento da sua vida, podem ser devido ao déficit de políticas públicas em relação ao saneamento rural, educação e saúde;
- considerando que as três arboviroses são transmitidas pelo mesmo vetor, é possível que os nove indicadores (AG3, EG2, ALT1, GE1, US1, US2, SD3, TM1 e PR1) que apresentaram correlação significativa (p -valor $< 0,05$) na análise de regressão linear e intensidade demonstrada pela matriz de correlação de *Pearson*, com pelo menos uma das arboviroses, sejam correlacionados significativamente (diretamente ou inversamente proporcional) com qualquer uma das doenças, desde que haja circulação dos arbovírus na comunidade;
- a análise de regressão múltipla, evidenciou que sete indicadores (ALT1, AG3, PR1, UR1, RS7, SC2 e SD3), 21,2% (7/33), e a tipologia quilombola (QUI) apresentaram correlação significativa com ao menos uma das três arboviroses, demonstrando serem preditores que podem nortear metodologias para a prevenção de doenças e controle de vetores, especialmente no meio rural;
- variáveis climáticas como a precipitação; geográfica como a distância entre domicílios e topográfica como a altitude, demonstraram relações com os índices de soroprevalências para doenças arbovirais (p -valor $< 0,001$), sugerindo que condições ambientais diversas contribuem para a proliferação do vetor *Aedes aegypti* numa dada região;
- dentre o saneamento básico, os indicadores dos componentes resíduos sólidos e o abastecimento de água, melhor associaram às soroprevalências para arboviroses dengue, Zika e chikungunya;
- de forma geral, 33,4% (12/33) dos indicadores preditores, 100% CLIM (PR1, UR1 e TM1), 19% SAN (AG3, RS7 e EG2) e 43% INT (ALT1, GE1, US1, US2, SC2 e SD3), apresentaram alguma correlação com pelos menos uma das três arboviroses e podem ser considerados, de forma isolada ou conjunta, em ações de intervenção ou ainda estudos futuros na predição de doenças de transmissão vetorial.

Por fim, populações rurais em Goiás adotam práticas de armazenamento de água, descarte de resíduo sólido e de esgoto doméstico que evidenciam a ausência e/ou precariedade em saneamento básico nessas regiões. Assim, a identificação das variáveis ambientais, que explicam a incidência de doenças arbovirais em comunidades rurais, é mais uma ferramenta que pode subsidiar intervenções direcionadas pelo setor de saúde pública em termos de vigilância epidemiológica e sanitária, nos níveis doméstico e comunitário.

3.5 RECOMENDAÇÕES

Para a continuidade em estudos futuros, recomenda-se: a incorporação de múltiplas variáveis climáticas na análise, bem como períodos de seca e de chuva para a pluviosidade; usar dados de infecção recente integrados às variáveis respostas, pois a disseminação dos arbovírus pode variar de acordo com a sazonalidade.

3.6 AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) do Brasil pela bolsa de pesquisa conferida à primeira autora deste trabalho.

À Fundação Nacional da Saúde (Funasa), financiadora do projeto SanRural, por meio do TED nº 05/2017, o qual fomentou e deu suporte com recursos humanos em todo o trabalho de campo necessário à realização da presente pesquisa.

Gratidão ao povo de todas as Comunidades Rurais e Tradicionais de Goiás, por nos permitir adentrar em suas casas e apoiado este estudo.

REFERÊNCIAS

- ABDI, H.; WILLIAMS, L. J. Principal component analysis. **Wires Computational Statistics**, v. 2, n. 4, p. 433-459, 2010. <https://doi.org/10.1002/wics.101>
- AGUIAR, B.S.; LORENZ, C.; VIRGINIO, F.; SUESDEK, L.; CHIARAVALLOTI-NETO, F. Potential risks of Zika and chikungunya outbreaks in Brazil: A modeling study. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 70, p. 20-29, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2018.02.007>
- ALI, S.A.; AHMAD, A. Spatial susceptibility analysis of vector-borne diseases in KMC using geospatial technique and MCDM approach. **Modeling Earth Systems and Environment**, v. 5, n. 3, p. 1135-1159, 2019. <https://doi.org/10.1007/s40808-019-00586-y>
- AMADOR, M.C.; SILVA, C.A. O preenchimento de falhas de séries históricas de precipitação: o método de ponderação regional associado ao HIDROPLU e o HIDROWEB. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, Seção Três Lagoas, v. 1, n. 31, p. 178-202, 2020. <https://periodicos.ufms.br/index.php/RevAGB/index>
- BANERJEE, S.; ADITYA, G.; SAHA, G. K. Household Wastes as Larval Habitats of Dengue Vectors: Comparison between Urban and Rural Areas of Kolkata, India. **Plos One**, v. 10, n. 10, 21 p., 2015. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138082>
- BARBOSA, M.G.V.; FÉ, N.F.; JESUS, R.D.B.; RODRIGUEZ, I.C.; MONTEIRO, W.H.; MOURÃO, M.P.G.; GUERRA, J.A.O. *Aedes aegypti* e fauna associada em área rural de Manaus, na Amazônia brasileira. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 42, n. 2, p. 213-216, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0037-86822009000200025>
- BARRERA, R.; AMADOR, M.; DIAZ, A.; SMITH, J.; MUNOZ-JORDAN, J.L.; ROSARIO, Y.

Unusual productivity of *Aedes aegypti* in septic tanks and its implications for dengue control.

Medical and Veterinary Entomology, v. 22, n. 1, p. 62–69, 2008.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.2008.00720.x>

BRASIL, Ministério da Saúde. **Diretrizes Nacionais para a Prevenção e Controle de Epidemias de Dengue**. Brasília, Distrito Federal, 2009.

https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_nacionais_prevencao_controle_dengue.pdf.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 466**, de 12 de dezembro de 2012, 2012b. Publicada no DOU nº 12 – quinta-feira, 13 de julho de 2013 – Seção 1 – página 50.

<http://conselho.saude.gov.br/>

BRASIL. SNIS – Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento Básico. Diagnósticos SNIS 2019. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2019a.

<http://www.snis.gov.br/diagnosticos>.

BRASIL. Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB). Ministério do Desenvolvimento Regional. Brasília, 240P., 2019c.

https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSDRU/ArquivosPDF/Versao_Consehos_Resolu%C3%A7%C3%A3o_Alta_-_Capa_Atualizada.pdf

BRASIL. INMET - Instituto Nacional de meteorologia. Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa [internet]. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e

Abastecimento. 2021. <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>

BRASIL. Ministério da Saúde. *Secretaria de Vigilância em Saúde*. Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas causados por vírus transmitidos pelo mosquito *Aedes* (dengue, chikungunya e zika), semanas epidemiológicas 1 a 52, 2021. Brasil, Boletim Epidemiológico, v. 53, n. 1, jan. 2022. <https://www.gov.br/>

BRUNKARD J.M.; LÓPEZ J.L.R.; RAMÍREZ J.; CIFUENTES E.; ROTHENBERG S.J.; HUNSPERGER E.A.; MOORE C.G.; BRUSSOLO R.M.; VILLARREAL N.A.; HADDAD B.M. Dengue fever seroprevalence and risk factors, Texas-Mexico border, 2004. **Emerging Infectious Diseases**, v. 13, n. 10, p. 1477-1483, 2007.

<http://doi.org/10.3201/eid1310.061586>

CALLEGARI-JACQUES, S.M. Bioestatística: princípios e aplicações. Porto Alegre: Artmed, 255p., 2007. [E-Book]

CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Classificação climática de Köppen-Geiger para o Estado de Goiás e Distrito Federal. **ACTA Geográfica**, v. 8, n. 16, p. 40-55, 2014. <https://doi.org/10.5654/acta.v8i16.1384>

CARVALHO, D.M.; TULDER, R. van. Water and Sanitation as a Wicked Governance Problem in Brazil: An Institutional Approach. **Frontiers in Water**, v. 4, 20 p., 2022.

<https://doi.org/10.3389/frwa.2022.781638>

CAUICH-KUMUL, R.; CORONADO-BLANCO, J.M.; RUIZ-RUIZ, J.; SEGURACAMPOS, M.; KOYOC-CARDENA, E.; NAVARRETE-CARBALLO, J.; JIMENEZ, H.H.; MARTIN-PARK, A.; MANRIQUE-SAIDE, P.A. survel of the mosquito species in Maxcanu, Yucatan, Mexico. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 34, n. 2, p. 128-130, 2018.

<https://doi.org/10.2987/17-6727.1>

CAUSA R. ; OCHOA-DÍAZ-LÓPEZ H. ; DOR A. ; RODRÍGUEZ-LEÓN F. ; SOLÍS-HERNÁNDEZ R. ; PACHECO-SORIANO A.L. Emerging arboviruses (dengue, chikungunya, and Zika) in Southeastern Mexico: Influence of socio-environmental determinants on knowledge and practices. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, n. 6, 2020.

<https://doi.org/10.1590/0102-311x00110519>

CHANG, A.Y.; PARRALES, M.E.; JIMENEZ, J.; SOBIESZCZYK, M.E.; HAMMER, S.M.; COPENHAVER, D.J.; KULKARNI, R.P. Combining Google Earth and GIS mapping

technologies in a dengue surveillance system for developing countries. **International Journal of Health Geographics**, v. 8, n. 49, 11 p., 2009. <https://doi.org/10.1186/1476-072x-8-49>

CESAR, F.P.B.; LABINAS, A.M. A influência da temperatura na frequência e sazonalidade do mosquito *Aedes aegypti* no município de Ubatuba – SP. In: XI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba. **Anais**, p. 3043-3046, 2007. https://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2007/trabalhos/humanas/inic/INICG00816_01O.pdf

CHRS. Center for Hydrometeorology and Remote Sensing. Data Portal. **PERSIANN**. <http://chrsdata.eng.uci.edu/>

COSTA, S.D.S.B.; BRANCO, M.R.F.C.; VASCONCELOS, V.V.; QUEIROZ, R.C.S.; ARAUJO, A.S.; CÂMARA, A.P.B.; FUSHITA, A.T.; DA SILVA, M.D.S.; DA SILVA, A.A.M.; DOS SANTOS, A.M. Autoregressive spatial modeling of possible cases of dengue, chikungunya, and zika in the capital of northeastern Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 54, 9 p., 2021. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0223-2021>

CSILLAG, C. Turning Point. Environmental Health in Brazil. **Environmental Health Perspectives**, v. 108, n. 11, p. A504–A511, 2000. <https://doi.org/10.2307/3434944>

CYSNE, P. R. Arboviroses (dengue, zika e chikungunya) e saneamento básico. **Conjuntura Econômica**, v. 73, n. 6, p. 37-39, 2019. <https://epge.fgv.br/files/default/06-2019-arboviroses-dengue-zika-e-chikungunya-e-saneamento-basico.pdf>

DIENG, H.; SATHO, T.; MELI, N.K.K.B.; ABANG, F.; NOLASCO-HIPOLITO, C.; HAKIM, H.; MIAKE, F.; ZUHARAH, W.F.; KASSIM, N.F.A.; AB MAJID, A.H.; MORALES VARGAS, R.E.; MORALES, N.P.; NOWEG, G.T. Occurrence of sweet refuse at disposal sites: rainwater retention capacity and potential breeding opportunities for *Aedes aegypti*. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, p. 13833-13843, 2018. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-1078-8>

ELAAGIP A.; ALSEDIG K.; ALTAHIR O.; AGEEP T.; AHMED A.; SIAM H.A.; SAMY A.M.; MOHAMED W.; KHALID F.; GUMAA S.; MBOERA L.; SINDATO C.; ELTON L.; ZUMLA A.; HAIDER N.; KOCK R.; ABDEL HAMID M.M. Seroprevalence and associated risk factors of Dengue fever in Kassala state, eastern Sudan. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 14, n. 12, 17 p., 2020. <http://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008918>

FERREIRA, B.J.; SOUZA, M.F.M.; SOARES FILHO, A.M.; CARVALHO, A.A. Evolução histórica dos programas de prevenção e controle da dengue no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 14, n. 3, p. 961-972, 2009. <https://doi.org/10.1590/s1413-81232009000300032>

FERREIRA, D.T.D.O., ATANAKA, M., ESPINOSA, M.M., SCHULER-FACCINI, L., CALDEIRA, A.D.S., DA SILVA, J.H., VIVI-OLIVEIRA, V.K., DA PAZ, R.D.C., DO NASCIMENTO, V.F., TERÇAS-TRETTE, A.C.P. Recent dengue virus infection: Epidemiological survey on risk factors associated with infection in a medium-sized city in Mato Grosso. **Sao Paulo Medical Journal**, v. 140, n. 1, 9 p., 2022. <http://doi.org/10.1590/1516-3180.2020.0718.R1.18052021>

FULLER, T.L.; CALVET, G.; ESTEVAM, C.G.; ANGELO, J.R.; ABIODUN, G.J.; HALAI, U-A.; SANTIS, B.; SEQUEIRA, P.C.; ARAUJO, E. M.; SAMPAIO, S.A.; MENDONÇA, M.C.L.; FABRI, A.; RIBEIRO, R.M.; HARRIGAN, R.; SMITH, T.B.; GABAGLIA, C.R.; BRASIL, P.; FILIPPIS, A.M.B.; NIELSEN-SAINES, K. Behavioral, climatic, and environmental risk factors for Zika and Chikungunya virus infections in Rio de Janeiro, Brazil, 2015-16. **PLoS ONE**, v. 12, n. 11, 2017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188002>

FREITAS R. M. Avaliação de aspectos da capacidade vetorial de fêmeas de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) no Rio de Janeiro. Tese de Doutorado (Pós-Graduação em Biologia Parasitária, Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ), 2010.

<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp129866.pdf>

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

<https://doi.org/10.1590/s0034-89102009000100002>

GOMES Mol, M.P.; MATOS QUEIROZ, J.T.; GOMES, J.; HELLER, L. Gerenciamento adequado de resíduos sólidos como fator de proteção contra casos de dengue. **Revista Panamericana de Salud Publica / Revista Pan-Americana de Saúde Pública**, v. 44, 9 p., 2020. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2020.22>

GUAGLIARDO, S.A.; BARBOSA, J.L.; MORRISON, A.C.; VÁZQUEZ-PROKOPEC, G.; KITRON, U. Patterns of Geographic Expansion of *Aedes aegypti* in the Peruvian Amazon. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 8, n. 8, 12 p., 2014.

<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003033>

GLASSER, C.M.; GOMES, A.C. Clima e sobreposição da distribuição de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na infestação do Estado de São Paulo, Brasil. **Rev Saúde Pública**, v. 36, n. 2, p. 166-172, 2002. <https://doi.org/10.1590/s0034-89102002000200008>

GAUCH, H. G. Multivariate analysis in community ecology. **Cambridge: Cambridge University Press**, 298 p., 1982. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511623332>

HARRINGTON, L.C.; SCOTT, T.W.; LERDTHUSNEE, K.; COLEMAN, C.R.; COSTERO, A.; CLARK, G.G.; JONES, J.J.; KITTHAWEE, S.; KITTAYAPONG, P. SITHIPRASASNA, R.; EDMAN, J.D. Dispersal of the dengue vector *Aedes aegypti* within and between rural communities. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 72, n. 2, p. 209-220, 2005. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2005.72.209>

HONÓRIO, N. A.; CÂMARA, D. C. P.; CALVET, G. A.; BRASIL, P. Chikungunya: uma arbovirose em estabelecimento e expansão no Brasil. **Perspectivas: Caderno de Saúde Pública**, v. 31, n. 5, 3 p., 2015. <https://doi.org/10.1590/0102-311xpe020515>

HONÓRIO, N.A.; SILVA, W. da C.; LEITE, P. J.; GONÇALVES, J. M.; LOUNIBOS, L. P.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Dispersal of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in an urban endemic dengue área in the State of Rio de Janeiro, Brazil. **Memórias Instituto Cruz, Rio de Janeiro**, v. 98, n. 2, p. 191-198, 2003. <https://doi.org/10.1590/s0074-02762003000200005>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo de 2010**. IBGE Cidades, 2010. <https://cidades.ibge.gov.br/>

[IOC/FIOCRUZ](https://www.cpqrr.fiocruz.br/pg/dengue/). INSTITUTO OSWALDO CRUZ (IOC/FIOCRUZ). Dengue. 2022. <https://www.cpqrr.fiocruz.br/pg/dengue/>.

IOC/FIOCRUZ. INSTITUTO OSWALDO CRUZ (IOC/FIOCRUZ). **Vírus Zika: perguntas e respostas**. 2016. <https://portal.fiocruz.br/virus-zika-perguntas-e-respostas>.

JAIN, A. K.; MURTY, M.N.; FLYNN, P. J. Data Clustering: A Review. **ACM Computing Surveys**, v. 31, n. 3, p. 264-323, 1999. <https://doi.org/10.1145/331499.331504>

KABIR M.R.; RAHMAN N.; IQBAL A.; AZAD F.; TITHI S.H.; UDDIN M.H.; MOSTARY U.; TANVIR M.; TANZIM M.Z.; MAHIM M.A.R. Socio-demographic, environmental and life style factors on the dengue epidemic in Noakhali District, Bangladesh: Evidence from recent outbreak. **Journal of Communicable Disease**, v. 52, n. 4, p. 57-65, 2020. <https://doi.org/10.24321/0019.5138.202041>

KENNESON, A.; BELTRÁN-AYALA, E.; BORBOR-CORDOVA, M.J.; POLHEMUS, M.E.; RYAN, S.J.; ENDY, T.P.; STEWART-IBARRA, A.M. Social-ecological factors and preventive actions decrease the risk of dengue infection at the household-level: Results from a prospective dengue surveillance study in Machala, Ecuador. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 11, n. 12, 19 p., 2017. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006150>

- KRYSTOSIK, A.; NJOROGUE, G.; ODHIAMBO, L.; FORSYTH, J.E.; MUTUKU, F.; LaBEAUD, A.D. Solid Wastes Provide Breeding Sites, Burrows, and Food for Biological Disease Vectors, and Urban Zoonotic Reservoirs: A Call to Action for Solutions-Based Research. **Frontiers in Public Health**, v. 7, n. 405, 17 p., 2020. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2019.00405>
- MACKAY, A.J.; AMADOR, M.; DIAZ, A.; SMITH, J.; BARRERA, R. Dynamics of *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus* in septic tanks. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 25, n. 4, p. 409-416, 2009. <https://doi.org/10.2987/09-5888.1>
- MADEWELL, Z.J.; SOSA, S.; BROUWER, K.C.; JUÁREZ, J.G.; ROMERO, C.; LENHART, A.; CORDÓN-ROSALES, C. Associations between household environmental factors and immature mosquito abundance in Quetzaltenango, Guatemala. **BMC Public Health**, v. 19, n. 1729, 11 p., 2019. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-8102-5>
- MAHMUD, M.A.F.; ABDUL MUTALIP, M.H.; LODZ, N.A.; MUHAMMAD, E.N.; YOEP, N.; HASHIM, M.H.; PAIWAI, F.; RAJARETHINAM, J.; AIK, J.; MUHAMMAD, N.A. Environmental management for dengue control: A systematic review protocol. **BMJ Open**, v. 9, 4 p., 2019. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-026101>
- MANCUSO, A.C.B.; CASTRO, S.M. de J.; GUIMARÃES, L.S.P.; LELTTI, V. B.; HIRAKATA, V.N.; CAMEY, S.A. Estatística descritiva: perguntas que você sempre quis fazer, mas nunca teve coragem. **Bioestatística**, v. 38, n. 4, p. 414-418, 2018. <https://doi.org/10.4322/2357-9730.89242>
- MARDIA, K. V.; KENT, J. T.; BIBBY, J. M. **Multivariate Analysis**. Academic Press Limited, INC, San Diego, 518 p., 1979. ISBN: 0124712509. <https://www.elsevier.com/books/multivariate-analysis/mardia/978-0-08-057047-1>
- MARINHO, F.; ARAÚJO, V.E.M.; PORTO, D.L.; FERREIRA, H.L.; COELHO, M.R.S.; LECCA, R.C.R.; OLIVEIRA, H.; PONCIONI, I.P.A.; MARANHÃO, M.H.N.; MENDES, Y.M.M.B.; FERNANDES, R.M.; LIMA, R.B.; RABELLO NETO, D.L. Microcefalia no Brasil: prevalência e caracterização dos casos a partir do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (Sinasc), 2000-2015. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 25, n. 4: p. 701-712, 2016. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742016000400004>
- MARTÍNEZ, M. R.; BARRIONUEVO, C.G.L.; ALDAZ, E.C.M.; FALCÓN, A.L. Gestión integrada para la prevención y control del dengue y otras arbovirosis en la Municipalidad de Ambato. **Boletín de Malariología y Salud Ambiental**, v. 61, n. 3, p. 476-485, 2021. <https://doi.org/10.52808/bmsa.7e5.613.013>
- MORGAN J.; STRODE C.; SALCEDO-SORA J.E. Climatic and socio-economic factors supporting the co-circulation of dengue, Zika and chikungunya in three different ecosystems in Colombia. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 15, n. 3, 29 p., 2021. <http://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009259>
- NASCIMENTO, J.F. do; PALIOTO-PESCI, G.F.; PESCI, R.R.; SUGANUMA, M.S.; ZEQUI, J.A.C.; GOLIAS, H.C. Influence of abiotic factors on the oviposition of *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (Diptera: Culicidae) in Northern Paraná, Brazil. **Internacional Journal of Tropical Insect Science**, v. 42, p. 2215-2220, 2022. <https://doi.org/10.1007/s42690-022-00742-5>
- MOORE, D. S.; MCCABE, G. P. Introdução à prática da estatística. Rio de Janeiro: LTC, 2002. [impresso]
- OMS/OPAS. Organização Mundial da Saúde/Organização Pan-Americana de Saúde. *Folha informativa – Dengue e dengue grave*. OMS/OPAS Brasil, 2019. <https://www.paho.org/>
- OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. *Saúde nas Américas +, Resumo do panorama regional e perfil do Brasil*. Washington, D.C.: OPAS, 2017. www.paho.org
- OPAS/OMS. Organização Pan-Americana de Saúde/Organização Mundial da

Saúde/. **Portal de dados abertos, PLISA**. 2022. <https://opendata.paho.org>

OVERGAARD, H. J.; OLANO, V.A.; JARAMILLO, J.F.; MATIZ, M.I.; SARMIENTO, D.; STENSTRÖM, T.A.; ALEXANDER, N. A. cross-sectional survey of *Aedes aegypti* immature abundance in urban and rural household containers in central Colombia. **Parasites & Vectors**, v. 10, n. 1, 12 p., 2017. <https://doi.org/10.1186/s13071-017-2295-1>

PAGOTTO, V.; SCALIZE, P. S.; FIACCADORI, F.; GUIMARÃES, R. A.; BAUMANN, S. R. Análise situacional dos dados clínicos da população de comunidades rurais e tradicionais do Estado de Goiás: 2019 [Ebook]. Goiânia: Cegraf UFG, 521 p., 2022. <https://sanrural.ufg.br/>

PAPLOSKI, I.A.D.; RODRIGUES, M.S.; MUGABE, V.A.; KIKUTI, M.; TAVARES, A.S.; REIS, M.G.; KITRON, U.; RIBEIRO, G.S. Storm drains as larval development and adult resting sites for *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Salvador, Brazil. **Parasites & Vectors**, v. 9, n. 1, 8 p., 2016. <https://doi.org/10.1186/s13071-016-1705-0>

RIBEIRO, A.F.; MARQUES, G.R.A.M.; VOLTOLINI, J.C.; CONDINO, M.L.F. Associação entre dengue e variáveis climáticas. **Revista de Saúde Pública**, v. 40, n. 4, p. 671-676, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102006000500017>

RODRIGUES, E.A.M.; COUTINHO, A.P.; SOUZA, J. D. S.; COSTA, I.R.A.; NETO, S.M.S.; ANTONINO, A.C.D. Rural Sanitation: Scenarios and Public Policies for the Brazilian Semi-Arid Region. **Sustainability**, v.14, n. 7157, 18 p., 2022. <https://doi.org/10.3390/su14127157>

RODRIGUES, N.C.P.; LINO, V.T.S.; DAUMAS, R.P.; DE NORONHA ANDRADE, M.K.; O'DWYER, G.; MONTEIRO, D.L.M.; GERARDI, A.; FERNANDES, G.H.B.V.; RAMOS, J.A.S.; FERREIRA, C.E.G.; DA COSTA LEITE, I. Temporal and Spatial Evolution of Dengue Incidence in Brazil, 2001-2012. **PLoS ONE**, v. 11, n. 11, 12 p., 2016. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165945>

ROY, P.; KANGA, S.; SUDHANSHU; SINGH, S.K. Socio-Cultural Practices and Environmental Determinantes for Dengue Incidences: a Casa Study of Jaipur City. **Natural Volatiles and Essential Oils**, v. 8, n. 4, p. 2467-2481, 2021. <https://www.nveo.org/index.php/journal/article/view/453/419>

SÁNCHEZ-DÍAZ, E.; GLEISER, R.M.; LOPEZ, L.R.; GUZMAN, C.; CONTIGIANI, M.S.; SPINSANTI, L.; GARDENAL, C.N.; GORLA, D.E. Oviposition dynamics of *Aedes aegypti* in Central Argentina. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 36, n. 1, p. 43-55, 2022. <https://doi.org/10.1111/mve.12550>

SANTOS, I. C. da S.; BRAGA, C.; SOUZA, W.V. de; OLIVEIRA, A.L.S. de; REGIS, L.N. The influence of meteorological variables on the oviposition dynamics of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in four environmentally distinct áreas in northeast Brazil. **Memórias Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 115, 10 p., 2020. <https://doi.org/10.1590/0074-02760200046>

SARDÃO, T. Dengue e Zika: ABES alerta sobre a importância do saneamento básico no combate às doenças. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 2016. <https://abes-dn.org.br/?p=923%3E>

SCALIZE *et al.* Coleções de Diagnósticos Técnicos Participativos (DTP). Projeto SanRural, 2020. <https://sanrural.ufg.br/>

SCAVO, N.A.; BARRERA, R.; REYES-TORRES, L.J.; YEE, D.A. Lower socioeconomic status neighborhoods in Puerto Rico have more diverse mosquito communities and higher *Aedes aegypti* abundance. **Journal of Urban Ecology**, v. 7, n. 1, 2021. <https://doi.org/10.1093/jue/juab009>

SHABBIR, W; PILZ, J; NAEEM, A. A spatial-temporal study for the spread of dengue depending on climate factors in Pakistan (2006-2017). **BMC public health**, v. 20, n. 995, 10 p., 2020. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-08846-8>

- SHARMIN S.; GLASS K.; VIENNET E.; HARLEY D. Geostatistical mapping of the seasonal spread of under-reported dengue cases in Bangladesh. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 12, n. 11, 2018. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006947>
- SILVA, A.C.; SCALIZE, P.S. Variáveis ambientais que se relacionam a criadouros de *Aedes aegypti* e ocorrência de doenças arbovirais. Capítulo 2, dissertação de mestrado de Silva, A.C., Universidade Federal de Goiás (UFG), 26p., 2022.
- SILVA, I.G.; CAMARGO, M. F.; ELIAS, M.; ELIAS, C. N. Ciclo evolutivo de *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera, Culicidae). **Revista de Patologia Tropical / Journal of Tropical Pathology**. Goiânia, v. 22, n. 1, p. 43-48, 1993. <https://doi.org/10.5216/rpt.v22i1.20069>
- SILVA, J.S.; IBIAPINA, S.S.; BEZERRA, J.M.T.; TADEI, W.P.; PINHEIRO, V.C.S. Variation in *Aedes aegypti* (Linnaeus) (Diptera, Culicidae) infestation in artificial containers in Caxias, State of Maranhão, Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 45, n. 2, p. 174-179, 2012. <https://doi.org/10.1590/s0037-86822012000200007>
- SILVA, J. C. B.; MACHADO, C. J. S. Associations between dengue and socio-environmental variables in capitals of the brazilian northeast by cluster analysis. **Ambiente e Sociedade**, v. 21, 22 p., 2018. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0133r2vu18l4td>
- SILVA, N.S.; ALVES, J.M.B.; SILVA, E.M.; LIMA, R.R. Avaliação da Relação entre a climatologia, as condições sanitárias (Lixo) e a ocorrência de arboviroses (Dengue e Chikungunya) em Quixadá-CE no período entre 2016 e 2019. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, n. 3, p. 485-492, 2020. <https://doi.org/10.1590/0102-77863530014>
- SIGNORELL, A. *et al.* *DescTools: tools for descriptive statistics*. R package version 0.99.45. Vienna: R Foundation, 2022.
- SINTORINI M.M.; ALIYYAH N.; SINAGA E.R.K. Environment drivers of DHF disease in Jakarta 2017 – 2018. **International Journal of Scientific and Technology Research**, v. 9, n. 1, p.3521-3525, 2020. ISSN 2277-8616, <http://www.ijstr.org/final-print/jan2020/Environment-Drivers-Of-Dhf-Disease-In-Jakarta-2017-2018.pdf>
- SIREGAR, F.A.; ABDULLAH, M.R.; OMAR, J.; SARUMPAET, S.M.; SUPRIYADI, T.; MAKMUR, T.; HUDA, N. Social and environmental determinants of dengue infection risk in North Sumatera Province, Indonesia. **Asian Journal of Epidemiology**, v. 8, n. 2, p. 23-25, 2015. <https://doi.org/10.3923/aje.2015.23.35>
- SOMERS, G.; BROWN, J.E.; BARRERA, R.; POWELL, J.R. Genetics and morphology of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in septic tanks in Puerto Rico. **Journal of Medical Entomology**, v. 48, n. 6, p. 1095-1102, 2011. <https://doi.org/10.1603/me11129>
- SOUZA, S.S.; SILVA, I.G.; SILVA, H.H.G. Associação entre incidência de dengue, pluviosidade e densidade larvária de *Aedes aegypti*, no Estado de Goiás. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 43, n. 2., p. 152-155, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0037-86822010000200009>
- STAHLHÖFER, B.D.; BORSEKOWSKY, A.R.; MÜLLER, G.A. Mosquitoes (Diptera: Culicidae) in oviposition traps set in forest fragments of a semideciduous seasonal forest, Atlantic Forest domain, in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. **Revista Chilena de Entomologia**, v. 47, n. 2, p.375-383, 2021. <https://doi.org/10.35249/rche.47.2.21.20>
- SUPERTI, E.; SILVA, G.V. Comunidades quilombolas na Amazônia: construção histórico-geográfica, características socioeconômicas e patrimônio cultural no Estado do Amapá. **Confins** [Online], n. 23, 2015 <https://doi.org/10.4000/confins.10021>
- TAUIL, P. L. Urbanização e ecologia da dengue. **Caderno de Saúde Pública**, v. 17, p. 99-102, 2001. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2001000700018>
- TELLE O.; NIKOLAY B.; KUMAR V.; BENKIMOUN S.; PAL R.; NAGPAL B.N.; PAUL R.E.

Social and environmental risk factors for dengue in delhi city: A retrospective study. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 15, n. 2, p. 1-17, 2021.

<http://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009024>

TROYES, L.R.; VILLEGAS, Z.B.; TROYES, M.R. Expansión del *Aedes aegypti* a localidades rurales de Cajamarca. **Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica**, v. 23, n. 3, p. 163-167, 2006. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v23n3/a04v23n3.pdf>

CAPÍTULO IV – ARTIGO 3

ASPECTOS PERIDOMICILIARES EM COMUNIDADES RURAIS DE GOIÁS, BRASIL, COM FAMÍLIAS AFETADAS POR ARBOVIROSES

Silva, A.C.; Baumann, L.R.F.; Scalize, P. S.

RESUMO

Doenças arbovirais como dengue, Zika e chikungunya infectam populações de países predominantemente de clima tropical e subtropical, onde o seu vetor se adaptou. Assim, o objetivo foi identificar os potenciais locais favoráveis à reprodução do *Aedes aegypti* no peridomicílio de comunidades rurais de famílias em Goiás afetadas por dengue, Zika e chikungunya, e analisar a relação entre as quantidades de criadouros encontrados e as soroprevalência para as três arboviroses. Em 137 famílias de 13 comunidades rurais levantou-se informações do peridomicílio entre outubro e novembro de 2021. Os dados foram analisados de forma quali-quantitativa com verificação da correlação de *Pearson* e análise de *Cluster*. Em 92,7% dos domicílios havia pelo menos um potencial criadouro de culicídeo. Os recipientes, além de descobertos, continham água, ideal para o ciclo evolutivo do mosquito. Os criadouros em potencial encontrados eram provenientes principalmente da falta ou precariedade dos serviços de saneamento básico. A comunidade com maior quantitativo de criadouros com vetores suspeitos de *Aedes aegypti* foi também a que resultou em maior número de indivíduos afetados por dengue. A presença de locais para o desenvolvimento de *Aedes aegypti* no ambiente estudado pode ser responsável pela disseminação de arbovírus que afetou parte das pessoas. Assim, o presente estudo é um alerta às autoridades municipais de saúde, pois efetivar políticas públicas como a universalização do saneamento é uma medida que proporciona indiretamente o controle de vetores, em especial do *Aedes aegypti*, quando este se prolifera também na zona rural, colocando em risco a saúde desta população.

Palavras-chave: Saneamento ambiental. Saúde pública. Controle vetorial.

4.1 INTRODUÇÃO

O *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae) é uma espécie de mosquito transmissor de múltiplos arbovírus que infectam populações de países predominantemente de clima tropical e subtropical (OMS/OPAS, 2019). Em 1956 foi eliminado do Brasil, mas reintroduzido na década de 70 (CSILLAG, 2000), a partir de então a infestação tem sido crescente, atingindo todos os estados brasileiros (MACHADO; SILVA, 2018), em consequência, pessoas de todas as regiões estão sendo infectadas por dengue, Zika e chikungunya, onde a região Centro-Oeste lidera o ranking de incidência de dengue nos últimos dois anos (BRASIL, 2022).

Embora as doenças arbovirais atinjam principalmente a população urbana, os agentes transmissores *Aedes aegypti* ou *Aedes albopictus* infectados pelos arbovírus têm sido encontrados em áreas rurais no mundo, incluindo o Brasil (PÉREZ-CASTRO *et al.*, 2016; RICAS-REZENDE *et al.*, 2020), bem como significativos índices de soroprevalências (ANISH; LEELA-ITTY-AMMA; VIJAYAKUMAR, 2011; SILVA-NUNES *et al.*, 2008; KUMAR *et al.*, 2020), o que levanta a seguinte questão: está havendo disseminação desses arbovírus também na zona rural, ou são casos importados? No entanto, o *Aedes aegypti* oportunamente se adaptou em países como o Brasil, onde as condições socioambientais favorecem a sua proliferação e a sua disseminação entre as regiões do país (LI *et al.*, 2021; SILVA; SCALIZE, 2022), isso evidencia que as populações rurais de Goiás não estão livres de doenças transmitidas por esses vetores.

Nesse contexto, de acordo com a Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde do Brasil, é preciso intensificar o controle dos criadouros do vetor *Aedes aegypti* a fim de evitar um maior número de transmissão dos arbovírus a cada ano (BRASIL, 2022). Nesse sentido, a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda identificar e eliminar locais a nível domiciliar que podem ser potenciais berçários para o *Aedes aegypti* se proliferar, sendo os resíduos sólidos manejados inadequadamente e o armazenamento irregular de água, alguns dos fatores que contribuem para a disseminação de arboviroses (ALENCAR; CAVALCANTI; OLIVEIRA, 2016; KAMPANGO *et al.*, 2021; WAT'SENGA TEZZO *et al.*, 2021). Portanto, itens aparentemente inofensivos, como tampinhas de garrafas, pequenas latas e copos plásticos, uma vez presente nos quintais das residências e com acúmulo de água, se transformam em criadouros de mosquitos, pernilongos e muriçocas, principalmente (THAMMAPALO *et al.*, 2005; GOMES MOL *et al.*, 2020; KUMAR *et al.*, 2020).

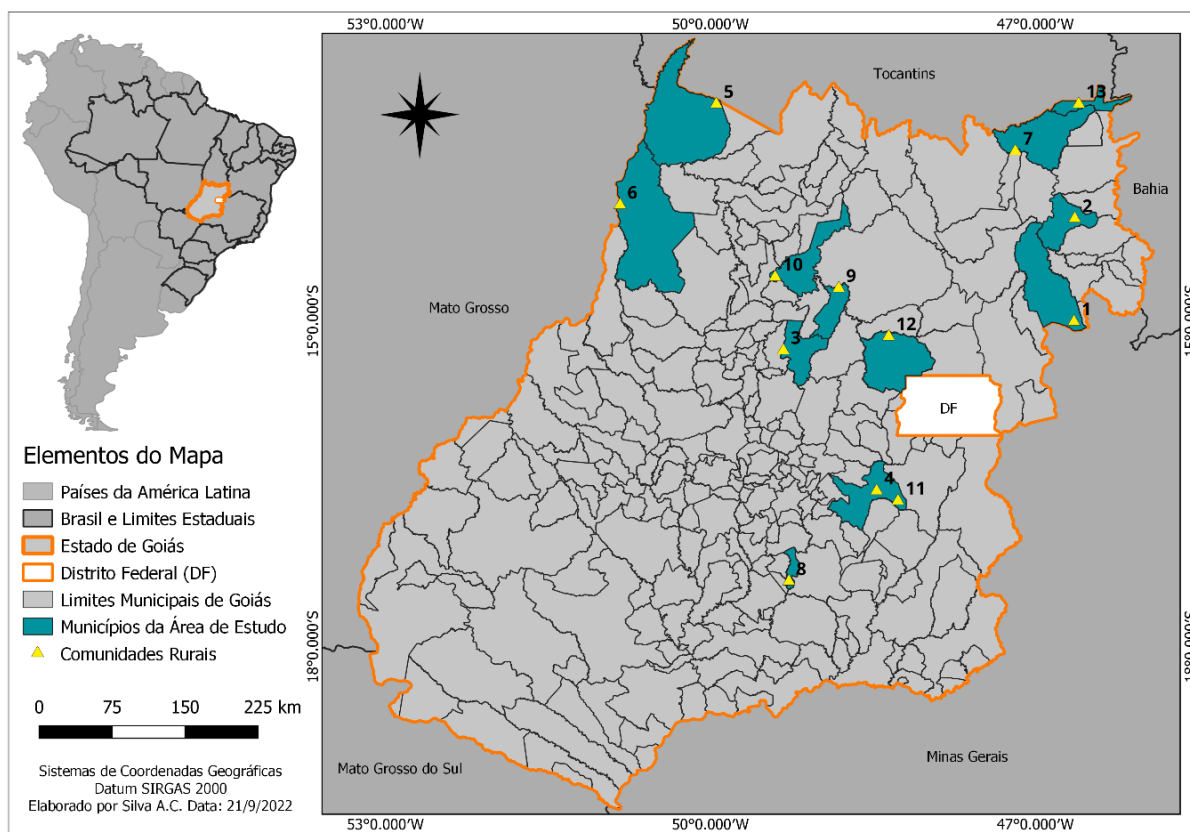
Assim, o objetivo do presente trabalho foi destacar os locais que podem favorecer a reprodução do vetor *Aedes aegypti* no peridomicílio em comunidades rurais de Goiás com

famílias afetadas por dengue, Zika e/ou chikungunya, e analisar a relação entre as quantidades de criadouros encontrados e os índices de soroprevalência para as três arboviroses.

4.2 METODOLOGIA

O estudo foi realizado em 13 comunidades rurais, distribuídas em 12 municípios do estado de Goiás, Brasil (Figura 4.9), no âmbito do Projeto “Saneamento e Saúde Ambiental em Comunidades Rurais e Tradicionais de Goiás” (SanRural). Nestas comunidades foram levantados os aspectos do peridomicílio e de soroprevalência da população para arboviroses.

Figura 4.9 – Localização das comunidades rurais estudadas e seus respectivos municípios em Goiás, Brasil



Nota: comunidade/município: Canabrava/Flores de Goiás = 1; Extrema/Iaciara = 2; Itajá II/Goianésia = 3; João de Deus/Silvânia = 4; Lageado/São Miguel do Araguaia = 5; Landi/Santa Rita do Novo Destino = 6; Pelotas/Monte Alegre de Goiás = 7; Rochedo/Professor Jamil = 8; Fazenda Santo Antônio da Laguna/Barro Alto = 9; São Lourenço/Uruaçu = 10; São Sebastião da Garganta/Silvânia = 11; Sumidouro/Padre Bernardo = 12; Taquarussu/Campos Belos = 13.

Fonte: autores.

4.2.1 Aspectos do peridomicílio

Entre outubro e dezembro de 2021, os aspectos dos peridomicílios foram obtidos a partir de coleta de dados em campo. No delineamento amostral, considerou-se as famílias como

unidades primárias de amostragens (UPAs) cujos integrantes eram moradores com residência fixa em uma parcela (lote ou área) da comunidade que, no período das atividades *in loco*, estavam presentes ou temporariamente ausentes. Assim, selecionou-se as UPAs, pelo método de amostragem aleatória sistemática, em um estágio, considerando um integrante da família (pessoa com idade maior que 18 anos) responsável pelo domicílio, em consenso com os demais desta família. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Goiás (UFG), sob o CAAE nº 87784318.2.0000.5083.

A partir do total de 1263 domicílios, amostraram-se 137 domicílios, sendo moradias de 411 pessoas. Os dados foram coletados com auxílio de um formulário composto por um *checklist* observacional, onde em cada domicílio registrou-se as coordenadas geográficas (latitude e longitude), imagens dos locais (fotografias) e verificação da presença ou ausência de locais propícios à reprodução de culicídeos, verificando a presença da forma imatura (larva e pupa) e de adultos suspeitos do vetor *Aedes aegypti*.

4.2.2 Soroprevalência para arboviroses

Os dados de soroprevalência para as arboviroses: vírus Zika (SZIKV), chikungunya (SCHIKV) e/ou um dos sorotipos da dengue (SDENV-1-4), foram obtidos de Pagotto *et al.* (2022), por meio de confirmação laboratorial com amostra sanguínea coletada em 272 habitantes (21,3%) residentes em 193 domicílios. A área de estudo foi a mesma do delineamento amostral que foram coletados os aspectos do peridomicílio. Ambos os dados fazem parte do Projeto SanRural.

4.2.3 Análise estatística

O tratamento estatístico iniciou-se com a estatística descritiva, como base para a análise multivariada. Posteriormente, foi realizada análise de correlação de *Pearson* para cada comunidade e, numa segunda etapa, análise de agrupamento (*Cluster Analysis*), objetivando classificar as 13 comunidades rurais em grupos segundo suas características em termos demográficos (domicílios/km²), geográficos (distância entre domicílios), de soroprevalência para as três doenças arbovirais e do quantitativo de criadouros favoráveis à reprodução de *Aedes aegypti*. A análise de *Cluster* hierárquica é uma classificação não supervisionada, que hierarquiza objetos em diferentes grupos contendo, cada um, seus semelhantes segundo uma função de distância estatística (FLYNN; JAIN; MURTY, 1999). Uma das formas de se obter essa medida de similaridade é usar a distância Euclidiana (D) (GAUCH, 1982), conforme utilizado por Silva e Machado (2018) em estudo de associação entre dengue e variáveis socioambientais no Nordeste do Brasil.

Os dendrogramas (ou diagrama de árvore) é uma organização de determinados fatores e variáveis, que demonstram *clusters* produzidos por agrupamento hierárquicos. Nessa exibição gráfica o eixo da ordenada representa os “objetos” enquanto o eixo da abscissa representa a “distância” ou “nível de similaridade” (BIBBY; KENT; MARDIA, 1979), determinada no presente estudo por meio do método de Ward (*Ward's method*) o qual minimiza a soma dos quadrados entre dois grupos em relação a todas as variáveis, e definição do número ideal de grupos pelo método *Elbow* (cotovelo).

Assim, na primeira etapa, os dados foram agrupados por comunidade, de forma que variáveis binárias são representadas pela proporção da característica de interesse na comunidade, soroprevalência para dengue, Zika e chikungunya (SD, SZ e SC, respectivamente), presença de possíveis criadouros por domicílios (PPCD) e locais com suspeitos de *Aedes aegypti* (LSAaegypti) e a variável “presença de possíveis criadouros por comunidade” PPCC é representada pela quantidade média na comunidade.

Na segunda etapa, foi aplicado a correlação de *Pearson* entre as variáveis para cada comunidade, onde variáveis com desvio padrão zero foram excluídas da matriz de correlação (caso de indeterminação). Na análise de *Cluster* das comunidades considerou-se as variáveis: "SD", "SC", "PPCC" e "SD_Z_C" (soroprevalência para dengue, Zika e/ou chikungunya). Utilizou-se também as distâncias médias entre todos os domicílios da comunidade e a densidade populacional, obtidos em Pinheiro *et al.* (2022).

Desse modo, foram identificadas as relações entre as variáveis, assim como àquelas estatisticamente relacionadas com as soroprevalências para as três arboviroses.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 4.10 estão ilustrados os estágios realizados durante as visitas nas comunidades rurais, sendo aplicado o *checklist* junto ao morador (Figura 4.10a), bem como o registro dos locais no peridomicílio (Figuras 4.10b a 4.10f), os quais são favoráveis à proliferação de culicídeos.

Os criadouros encontrados no ambiente peridomiciliar (Figura 4.10) foram semelhantes aos relatados na literatura em associação com o saneamento básico (Tabela 4.7). O “pneu”, com 26%, foi o recipiente com mais ocorrência, seguido de “tambor” (22%) e “caixa d’água” e “bebedouro de animais”, ambos com 14%. Os resultados corroboram com Ngugi *et al.* (2017), que relataram em seu estudo que os tipos de *habitat* mais frequentes foram baldes, tambores, pneus e panelas, que apresentaram mais de 75% de todas as pupas, concluindo que

poderiam ser direcionados esforços na eliminação desses criadouros, sendo uma forma econômica de reduzir a transmissão arboviral.

Figura 4.10 – Visitas às comunidades rurais entre outubro e dezembro de 2021 com aplicação do checklist (a) e registro de potenciais criadouros (b-f)



Fonte: autores.

Tabela 4.7 – Criadouros com suspeitos de *Aedes aegypti* com ocorrência nas comunidades rurais de Goiás, Brasil, comparado com dados da literatura

Observados nesta pesquisa (<i>in loco</i>)		Dados da literatura ¹	
Local	Ocorrência (%)	Local	Referência
Tambor	22,0	Grandes reservatórios mal ou não tampados: caixas d'água, galões, toneis.	Ngugi <i>et al.</i> (2017); Tauil (2001); Guagliardo <i>et al.</i> (2014); IOC/Fiocruz (2016).
Caixa d'água (Fig. 4.10b)	14,0		
Balde	12,0		
Lata	2,0		
Bebedouro/ vasilhame de água para animais (Fig. 4.10d)	14,0	Recipientes para a dessedentação de animais, dentre outros	Dalpadado <i>et al.</i> (2022); Brasil (2013).
Pneu (Fig. 4.10e)	26,0	Resíduo sólido acumulado e/ou espalhado; resíduos orgânicos ao ar livre.	Ngugi <i>et al.</i> (2017); Tauil (2001); Troyes <i>et al.</i> (2006); Manrique-Saide <i>et al.</i> (2008); IOC/Fiocruz (2016); Silva <i>et al.</i> (2020); Dieng <i>et al.</i> (2018); Lopes <i>et al.</i> (2004).
Panela com água da chuva	4,0		
Garrafa e resíduos espalhados (Fig. 4.10c)	2,0		
Fossa rudimentar (Fig. 4.10f)	4,0	Fossas rudimentares mal ou não tampadas.	Barrera <i>et al.</i> (2008); Mackay <i>et al.</i> (2009); Somers <i>et al.</i> (2011).
Total	100,0		

Nota: 1 = criadouros identificados na área rural e/ou urbana via inspeção de imaturos (ovo, larva, pupa) e da forma adulta do mosquito da espécie *Aedes aegypti*, considerando potenciais hábitos do vetor em associação às variáveis ambientais em termos de saneamento básico.

Fonte: autores.

Dentre os criadouros, o pneu é um importante recipiente para oviposição de culicídeos. Lopes et al. (2004) objetivando analisar a dispersão de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, entre as zonas rural e urbana no Paraná (Brasil), verificaram em pneus as maiores quantidades de larvas dessas espécies e que ambas estavam dispersas na área rural estudada, recomendando redimensionar as áreas de controle, pois as áreas rurais podem funcionar como refúgios desses vetores. Segundo Braks et al. (2003), o habitat afeta a abundância de *Aedes aegypti* e *albopictus*, sendo o *Aedes albopictus* predominante em áreas rurais em relação ao *Aedes aegypti*. No entanto, o ambiente rural brasileiro não está livre desse vetor, pois o acesso a criadouros é semelhante ao das áreas urbanas. Ricas-Rezende et al. (2020) consideraram como sendo o primeiro relato de *Aedes albopictus* infectado pelos vírus dengue e Zika em área rural do Brasil, mais especificamente no estado do Espírito Santo. Esse vetor vem aumentando nas Américas (GARCIA-REJON et al., 2021) e já está presente em todos estados do Brasil, com destaque para as regiões Sudeste e Centro-Oeste (VARIZA et al., 2022).

Dalpadado et al. (2022), relataram que os criadouros artificiais representam 80% dos locais encontrados com larvas do *Aedes*. Kroth et al. (2019) obtiveram resultados com uma forte preferência de oviposição para recipientes ao ar livre, preferencialmente por aqueles com maiores concentrações de matéria orgânica, segundo os autores um melhor entendimento em relação os mosquitos *Aedes aegypti* habitarem ambientes antropogênicos pode ser adquirido numa análise da disponibilidade de nutrientes e dos locais dos criadouros.

O contato dos ovos do *Aedes aegypti* com a água é um estímulo fundamental para o ciclo evolutivo do mosquito (SILVA et al., 1993). Um cenário de ausência ou precariedade de saneamento básico viabiliza locais favoráveis à proliferação de vetores como os de arboviroses (CYSNE, 2019), o que foi observado nas comunidades em maior ou menor quantidade. De acordo com os moradores, a principal motivação para armazenar água, para uso diverso e a longo prazo, é devido à dificuldade de seu acesso.

Outros criadores de culicídeos são relatados na literatura, tais como ralos de chuva e bueiros (PAPLOSKI et al., 2016), no entanto, não foi identificado no presente estudo, devido à falta de instalações básicas de saneamento nas comunidades rurais investigadas.

No Quadro 4.2 é apresentada uma síntese dos aspectos peridomiciliares e dados de soroprevalência para as arboviroses dengue, Zika e chikungunya, os quais indicam positividade nos exames realizados para a presença de anticorpos do tipo imunoglobulina G (classe IgG) contra o agente pesquisado.

Observa-se, dentre os 137 domicílios visitados, com média de 3 hab./dom., que em 46,7% (64/137) pelo menos uma pessoa já tinha sido infectada em algum momento de sua vida, com o ZIKV, CHIKV e/ou com um dos sorotipos da SDENV-1-4, correspondendo 21,7% (89/411) dos moradores, onde as soroprevalências totais foram 3,9% para Zika, 12,9% para chikungunya e 29,0% para dengue, isso nas 13 comunidades visitadas. Os resultados apresentaram um mesmo comportamento de menor para maior incidência que o trabalho de Li et al. (2021), onde encontraram 18,0% Zika, 25,0% chikungunya e 38,0% dengue. No entanto, com menor incidência das arboviroses, principalmente da Zika. Li et al. (2021), analisaram 133 artigos com a participação de 176.001 indivíduos, relatando que independente da residência da população em zonas rurais ou urbanas, em países desenvolvidos ou em desenvolvimento, as soroprevalências foram semelhantes para DENV e CHICK. Isso corrobora a hipótese de que a transmissão de arbovírus pode acontecer em área rural tanto quanto em áreas urbanas, principalmente quando há meios para a proliferação do vetor.

Quadro 4.2 – Quantidade de criadouros com e sem suspeita de *Aedes aegypti* e positividade para dengue, Zika e Chikungunya com respectivas soroprevalências, em comunidades rurais de Goiás, Brasil

Comunidade	Domicílios visitados		Locais com suspeita de <i>Aedes aegypti</i>			Locais favoráveis à reprodução de <i>Aedes</i>		Positivo para DENV		Positivo para ZIKV		Positivo para CHIKV		Positividade para DENV, ZIKV e/ou CHIKV		SP para DENV, ZIKV e CHIKV a nível de comunidade		
	n°		n°			n°		n°		n°		n°		n°		%		
	ID	hab.	S	C*	ID**	S	C***	ID	Pessoas	ID	Pessoas	ID	Pessoas	ID	Pessoas	DENV	ZIKV	CHIKV
1	8	24	1	3	12,5	8	25	2	2	0	0	4	5	5	7	49,0	0,0	17,9
2	10	30	6	8	60,0	8	32	9	15	1	1	1	1	9	17	82,4	5,9	4,2
3	11	33	2	2	18,2	8	20	1	1	0	0	2	2	2	3	11,4	0,0	11,4
4	7	21	1	2	14,3	7	16	0	0	0	0	1	1	1	1	0,0	0,0	20,8
5	13	39	3	3	23,1	11	44	7	8	2	2	2	2	8	12	64,6	24,9	14,2
6	6	18	0	0	0,0	6	23	5	5	0	0	1	1	5	6	63,7	23,4	12,3
7	10	30	6	6	60,0	10	38	2	2	0	0	1	1	2	3	6,4	0,0	2,6
8	19	57	6	6	31,6	19	83	3	3	0	0	4	4	7	7	24,4	0,0	21,8
9	9	27	2	5	22,2	9	49	6	7	0	0	3	4	6	11	45,2	4,1	14,1
10	11	33	4	4	36,4	10	25	5	5	3	3	3	3	8	11	49,4	24,9	26,6
11	11	33	1	1	9,1	11	27	5	5	0	0	1	1	6	6	15,7	0,0	2,0
12	11	33	5	8	45,4	9	20	1	1	1	1	2	2	4	4	12,2	9,1	6,7
13	11	33	2	2	18,2	11	36	1	1	0	0	0	0	1	1	31,6	1,7	19,7
T	137	411	39	50	28,5	127	438	47	55	7	7	25	27	64	89	29,0	3,9	12,9

Nota: Canabrava = 1; Extrema = 2; Itajá II = 3; João de Deus = 4; Lageado = 5; Landi = 6; Pelotas = 7; Rochedo = 8; Fazenda Santo Antônio da Laguna = 9; São Lourenço = 10; São Sebastião da Garganta = 11; Sumidouro = 12; Taquarussu = 13; identificação do número de domicílio = ID; quantidade de criadouros (C) independentemente do tipo de criadouro = (*); quantidade de domicílios com criadouros (%) = (**); quantidade de criadouro por comunidade = (***)

Fonte: autores.

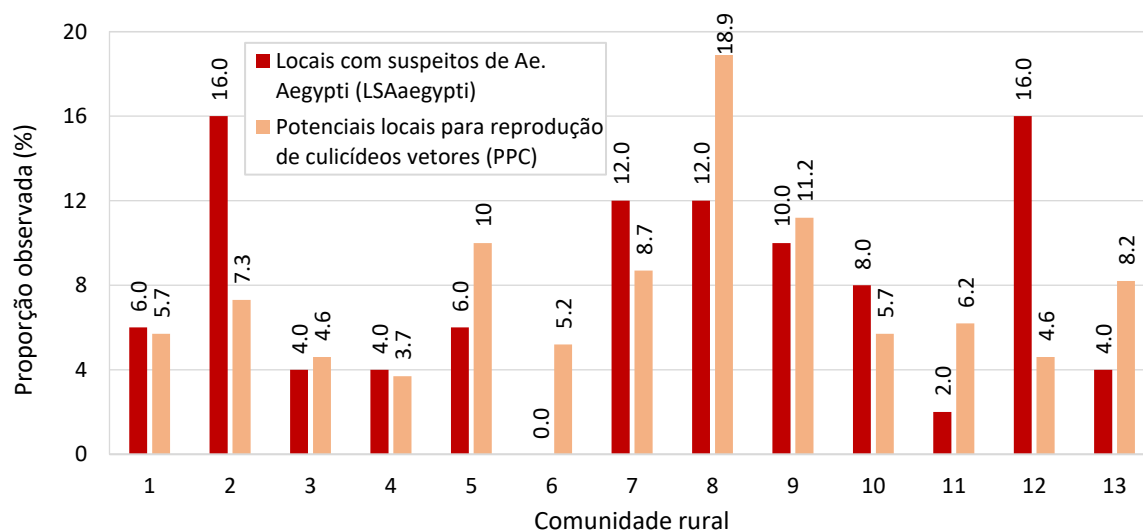
Com relação aos possíveis criadouros, constatou-se a sua presença em 92,7% (127/137) dos domicílios visitados. No entanto, em 39 domicílios (28,5%), pertencentes a 92,3% (12/13) das comunidades estudadas, encontrou-se 50 recipientes com a presença de culicídeos, caracterizados como suspeitos de *Aedes aegypti* em diferentes fases (larvas, pupas e forma

adulta). Destaca-se que esta situação somente não foi encontrada na comunidade Landi (6). A soroprevalência de 28,5% se aproxima aos 29,4% encontrado por Ruiz-Díaz *et al.* (2017) em comunidades rurais na costa do Caribe.

Na Figura 4.11 é apresentado o valor observado de criadouros com suspeitos (larvas, pupas e/ou forma adulta) de *Aedes aegypti* no peridomicílio de cada comunidade, comparando-o ao número de criadouros em potencial para a reprodução de culicídeos vetores, devido às mesmas características.

Em 46,1% das comunidades (6/13), o número de criadouros com suspeitos de *Aedes aegypti* (LSAaegypti) foi maior em relação ao observado de criadouros em potenciais, denominados como “PPC” (presença de possíveis criadouros), notadamente às comunidades Extrema (2) e Sumidouro (12) (Figura 4.11). Os coeficientes de *Pearson* (Tabela 4.9) evidenciam a estreita relação entre as variáveis “LSAaegypti” e a PPC, separada em nível de domicílio (PPCD) e de comunidade (PPCC), conforme Tabela 4.8 de resultados das variáveis utilizadas nas análises de correlação de *Pearson* e de *Cluster*.

Figura 4.11 – Locais com suspeitos de *Aedes aegypti* em comparação aos possíveis locais para a proliferação de culicídeos vetores no peridomicílio em comunidades rurais de Goiás, Brasil



Nota: Canabrava = 1; Extrema = 2; Itajá II = 3; João de Deus = 4; Lageado = 5; Landi = 6; Pelotas = 7; Rochedo = 8; Fazenda Santo Antônio da Laguna = 9; São Lourenço = 10; São Sebastião da Garganta = 11; Sumidouro = 12; Taquarussu = 13.

Fonte: autores.

Tabela 4.8 – Resultados das variáveis utilizadas nas análises de correlação de *Pearson* e de *Cluster*

Comunidade rural	Domicílio/km²	Distância entre domicílios			Variável						
		Média	DP	CV	LSAaegypti	PPC D	PPCC	SD	SZ	SC	SD_Z_C
		(m)					Índice				
1 Canabrava	2,20	278,40	392,45	1,41	0,13	1,00	3,13	0,25	0,00	0,50	0,63
2 Extrema	43,62	43,00	40,52	0,94	0,60	0,80	3,20	0,90	0,10	0,10	0,90
3 Itajá II	4,03	278,20	121,57	0,44	0,18	0,73	1,82	0,09	0,00	0,18	0,18
4 João de Deus	2,67	297,10	99,70	0,34	0,14	1,00	2,29	0,00	0,00	0,14	0,14
5 Lageado	2,19	446,10	187,62	0,42	0,23	0,85	3,38	0,54	0,15	0,15	0,62
6 Landi	8,68	177,40	138,12	0,78	0,00	1,00	3,83	0,83	0,00	0,17	0,83
7 Pelotas	3,55	14,90	7,87	0,53	0,60	1,00	3,80	0,20	0,00	0,10	0,20
8 Rochedo	2,95	354,50	70,91	0,20	0,32	1,00	4,37	0,16	0,00	0,21	0,37
9 Fazenda Santo Antônio da Laguna	3,17	470,80	204,68	0,43	0,22	1,00	5,44	0,67	0,00	0,33	0,67
10 São Lourenço	3,10	346,20	134,63	0,39	0,36	0,91	2,27	0,45	0,27	0,27	0,73
11 São Sebastião da Garganta	2,10	296,60	158,59	0,53	0,09	1,00	2,45	0,45	0,00	0,09	0,55
12 Sumidouro	1,72	206,00	202,83	0,98	0,45	0,82	1,82	0,09	0,09	0,18	0,36
13 Taquarussu	6,29	247,20	151,77	0,61	0,18	1,00	3,27	0,09	0,00	0,00	0,09

Nota: locais com suspeita de *Aedes aegypti* = LSAaegypti; presença de possíveis criadouros por domicílio = PPCD; presença de possíveis criadouros por comunidade = PPCC; soroprevalência para dengue = SD; soroprevalência para Zika = SZ; soroprevalência para chikungunya = SC; soroprevalência para dengue, Zika e/ou chikungunya = SD_Z_C; desvio padrão = DP; coeficiente de variação = CV.

Fonte: autores.

A Tabela 4.9 apresenta os resultados da análise de correlação de *Pearson*, com os coeficientes que evidenciaram alguma relação estatisticamente significativa. Numa análise da Tabela 4.9 em paralelo com o Quadro 4.2, a comunidade Extrema (2) foi a que apresentou o maior número de indivíduos afetados por dengue (82,4%), com 85,7% (6/7) das variáveis relacionadas significativamente ($0,61 \leq r_{Pearson} \leq 1,0$), destacando as relações das soroprevalências para as três arboviroses (SD_Z_C) com a dengue (SD) e com a presença de possíveis criadouros a nível domiciliar (PPCD), $r_{Pearson} = 1,0$ e $r_{Pearson} = 0,67$, respectivamente.

Tabela 4.9 – Relação entre soroprevalências para dengue e/ou Zika e/ou chikungunya e o número de criadouros de culicídeos vetores, apresentada pelo coeficiente de correlação de Pearson

CR	SD_Z_C		PPCD		PPCC				LSAegypti				
	SD	SC	SD_Z_C	SD	SD_Z_C	SD	SC	PPCD	SD_Z_C	SD	SC	PPCD	PPCC
	$r_{Pearson}$		$r_{Pearson}$		$r_{Pearson}$				$r_{Pearson}$				
1	-	0,77**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	1,00***	-	0,67**	0,67**	-	-	-	0,67**	-	-	-	0,61*	0,66**
3	0,67**	1,00***	-	-	-	-	-	0,62**	-	-	-	-	0,57*
4	-	1,00***	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	0,85***	-	-	-	-0,55**	-0,66**	-	-	-	-	-	-	-
6	1,00***	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	1,00***	0,67**	-	-	0,72**	0,72**	0,69**	-	-	-	-	-	-
8	0,57**	0,68***	-	-	-	0,44*	-	-	0,65***	-	0,48**	-	-
9	1,00***	-	-	-	-	-	-	-	-0,76**	-0,76**	-	-	-
10	0,56*	-	-	-	-	-	-	0,53*	-	-	-	-	-
11	0,83***	-	-	-	-	0,52*	-	-	-	-	-	-	-
12	-	0,62**	-	-	0,81***	-	0,59*	0,64**	-	-	-	-	0,53*
13	1,00***	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

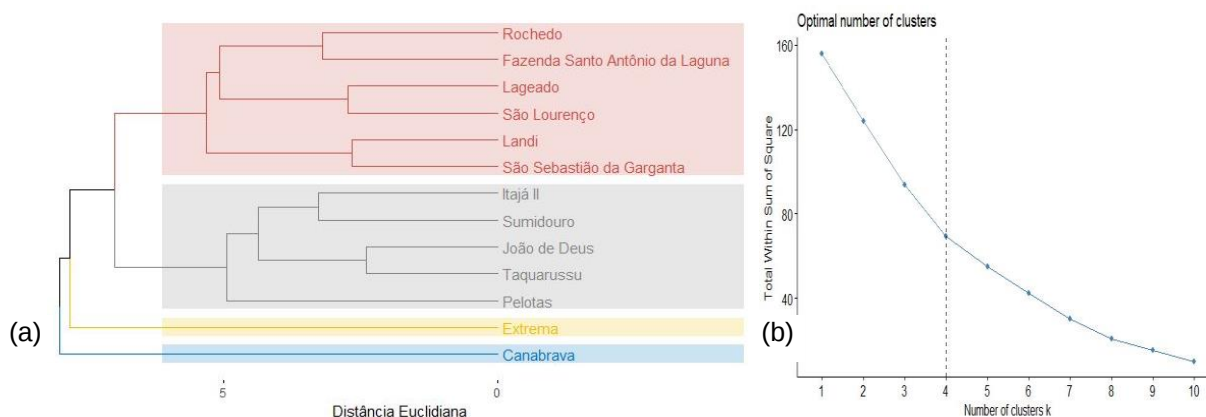
Nota: comunidade rural = CR, os nomes estão na Tabela 4.8; locais com suspeitos (larva, pupa e/ou forma adulta) de *Aedes aegypti* = LSAegypti; presença de possíveis criadouros por domicílio = PPCD; presença de possíveis criadouros por comunidade = PPCC; soroprevalência para dengue = SD; soroprevalência para Zika = SZ; soroprevalência para chikungunya = SC; soroprevalência para dengue, Zika e/ou chikungunya = SD_Z_C; correlação não significativa = (-); nível de significância: (***) = p-valor $\leq$ 1%, (**) = p-valor $\leq$ 5%, (*) = p-valor $\leq$ 10%.

Fonte: autores.

Dentre as 46,1% das comunidades, cujo número de locais com suspeitos de *Aedes aegypti* foi maior que o número de possíveis criadouros (Quadro 4.2 e Figura 4.11), 66,7% (4/6) apresentaram relação significativa entre os criadouros observados (PPCD, PPCC e/ou LSAegypti) e as soroprevalências para as três arboviroses (SD_Z_C), Tabela 4.9. Destaca-se às correlações diretamente e inversamente proporcionais: $r_{Pearson} = 0,81$ (PPCCxSD_Z_C); $r_{Pearson} = 0,72$ (PPCCxSD_Z_C); $r_{Pearson} = -0,76$ (LSAegyptixSD_Z_C), respectivamente para às comunidades Sumidouro, Pelotas e Fazenda Santo Antônio da Laguna.

Embora as 13 comunidades rurais sejam de diferentes tipologias e aspectos geográficos de Goiás, têm em comum diversos ambientes nos peridomicílios capazes de manter o ciclo de vida do vetor *Aedes aegypti* e, conseqüentemente, haver a disseminação das doenças arbovirais. Na Figura 4.12a é apresentado um dendrograma da análise de *Cluster*, onde as comunidades foram agrupadas, conforme semelhança entre suas características, em quatro grupos homogêneos, empregando o método *Elbow* (Figura 4.12b).

Figura 4.12 – Dendrograma de agrupamento das comunidades em grupos homogêneos (a), com sugestão de grupos pelo método *Elbow* (linha tracejada) (b)



Fonte: autores.

As comunidades Canabrava (grupo 1) e Extrema (grupo 2), resultaram em dois grupos isolados, e pode ser devido às características singulares com elevada heterogeneidade externa dessas comunidades: em Extrema observou-se maior densidade populacional, 43,62 dom./km², seguida da comunidade Landi com 8,68 dom./km². Apresentou também maior proximidade entre os domicílios, assim como uma maior disseminação de arbovírus e presença de criadouros, corroborada pela maior quantidade de correlações de *Pearson*. Já em Canabrava, a densidade populacional é baixa (2,2 dom./km²) e foi uma das comunidades com o menor número de coeficiente significativo de *Pearson*.

Os outros dois Clusters (grupos 3 e 4), aglomeraram, respectivamente, 5 e 6 comunidades com similaridades entre si. O grupo 3 em relação ao grupo 4, prevaleceu uma maior variação dos dados de todos os parâmetros analisados, com exceção da densidade populacional (1,72 a 6,29 dom./km², CV_{g3} = 47,05%; CV_{g4} = 67,16%) e do número de LSAegypti (0,18 a 0,60, CV_{g3} = 65,20%; CV_{g4} = 67,05%). O grupo 4, formado por Rochedo, Fazenda Santo Antônio da Laguna, Lageado, São Lourenço, Landi e São Sebastião da Garganta, concentrou as comunidades com maior dispersão dos domicílios ($d_{média}$ = 348,60 m, CV = 30,49%) e, notadamente, o menor CV no número de criadouros (CV_{PPC} = 6,91%), inclusive a menor variação nas soroprevalências para as três arboviroses, demonstrando que esses parâmetros são determinantes em estudos nessa temática.

4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dengue foi a arbovirose que mais infectou a população em algum momento de sua vida, em relação às outras arboviroses (Zika e chikungunya), e pode estar associada a co-circulação

dos diferentes sorotipos do vírus (DENV-1–4) no território brasileiro, bem como a eficiência de transmissibilidade do agente pelo *Aedes aegypti* (BRASIL, 2009). O seu vetor é favorecido no País seja pelo tipo de clima para o seu habitat, e/ou pela falta de universalização dos serviços de saneamento básico, conforme preconiza a literatura (BRASIL, 2009), acentuada principalmente no meio rural brasileiro.

Os dados revelaram que em 48,7% dos domicílios (19/39), onde foi confirmada a infecção por dengue, Zika e/ou chikungunya, identificou-se pelo menos um recipiente com suspeitos de *Aedes aegypti*. Embora a comunidade (Landi) não apresentou criadouros com suspeitos, em 5,3% dos domicílios constatou-se criadouros em potenciais (23/438), além de expressivos índices de soroprevalências para as três arboviroses, com destaque ao segundo maior valor para Zika, 23,4%, e ao terceiro maior valor para dengue, 63,7%.

Em 30,8% das comunidades, detectou-se que mais de um terço dos seus domicílios apresentaram imaturos e adultos suspeitos de *Aedes aegypti*, incluindo a comunidade São Lourenço (10), onde foi observada a maior soroprevalência para chikungunya (26,6%).

A chikungunya foi a única arbovirose que em todas as 13 comunidades pelo menos um domicílio tinha sido infectado pelo vírus. Uma das razões para esse cenário pode ser em função da ampla infestação no Brasil das duas espécies de mosquitos que transmitem a doença, *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (HONÓRIO *et al.*, 2015).

Constatou-se no peridomicílio dos 73 domicílios onde nenhum indivíduo que foi testado teve contato prévio com um dos arbovírus aqui citados (DENV, ZIKV e CHIKV), 26,0% (19/73), a presença de pelo menos um recipiente com mosquitos imaturos e adultos suspeitos de *Aedes aegypti*. Isso foi observado em 69,2% (9/13) das comunidades, podendo servir de alerta às autoridades municipais de saúde. Já a relação entre a quantidade encontrada de criadouros (PPCD, PPCC e/ou LSAegypti) e ao menos uma das três arboviroses, foi observada em 53,8% (7/13) das comunidades (Tabela 4.9). Evidenciando, assim, que na maioria das comunidades rurais visitadas (53,8%), os criadouros nos peridomicílios provavelmente foram *habitat* do vetor responsável pela infecção de parte da sua população, independente da identificação ou não do mosquito, na investigação em campo.

Assim, ocorrendo a confirmação da presença dos vetores *Aedes aegypti* ou *Aedes albopictus* carregando um arbovírus, após picar uma pessoa infectada proveniente principalmente da zona urbana, no mínimo 25% das famílias em pelo menos 69,2% (9/13) das comunidades rurais estudadas, podem ser atingidas devido à possibilidade de proliferação do vetor na própria zona rural no Centro-Oeste do Brasil.

Para tanto, uma melhor avaliação é recomendada, principalmente no que tange à investigação entomológica, a fim de conhecer melhor os vetores e sua dispersão nessa região.

4.5 CONCLUSÃO

O presente trabalho nos permitiu concluir que:

- o conhecimento das condições peridomiciliares de residentes em comunidades rurais afetadas por doenças arbovirais evidenciou melhor entendimento da possibilidade real de culicídeos vetores se estabelecer na área rural no Centro-Oeste do Brasil;
- a presença de locais para o desenvolvimento de culicídeos ter sido observada em mais de 90% dos domicílios visitados sugere que pode ter havido disseminação na própria comunidade dos arbovírus que afetou parte da sua população;
- visto que em 53,8% das comunidades as arboviroses dengue, Zika e chikungunya foram significativamente relacionadas às expressivas quantidades de criadouros encontrados nos peridomicílios, é possível inferir que determinadas comunidades rurais de Goiás podem continuar a apresentar altos índices de soroprevalências para as três arboviroses, podendo colocar em risco a vida das futuras gerações nessa região;
- uma dada localidade desprovida de instalações básicas de saneamento, entre outros fatores, é mais suscetível a presença de vetores, visto que os criadouros encontrados (em geral, caixas d'água, baldes, tambores, resíduos sólidos, pneus) eram provenientes principalmente da falta ou intermitência no abastecimento de água e no manejo adequado dos resíduos sólidos. Assim, a universalização de políticas públicas como o saneamento é fundamental para a prevenção de doenças.

Portanto, o presente estudo, além de instigar uma nova reflexão sobre o tema, poderá servir como um direcionamento para as ações de controle de vetores em áreas rurais.

4.6 AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) do Brasil pela bolsa de pesquisa conferida à primeira autora deste trabalho.

À Fundação Nacional da Saúde (Funasa), financiadora do projeto SanRural, por meio do TED nº 05/2017, o qual fomentou e deu suporte com recursos humanos em todo o trabalho de campo necessário à realização da presente pesquisa.

Gratidão ao povo de todas as Comunidades Rurais de Goiás, por nos permitir adentrar em suas casas e apoiado este estudo.

REFERÊNCIAS

- ANISH, T.S.; VIJAYAKUMAR, K.; LEELA ITTY AMMA, K.R. Domestic and environmental factors of chikungunya-affected families in Thiruvananthapuram (Rural) district of Kerala, India. **Journal of Global Infectious Diseases**, v. 3, n. 1, p. 32-36, 2011. <https://doi.org/10.4103/0974-777X.77293>
- BARRERA, R.; AMADOR, M.; DIAZ, A.; SMITH, J.; MUNOZ-JORDAN, J.L.; ROSARIO, Y. Unusual productivity of *Aedes aegypti* in septic tanks and its implications for dengue control. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 22, n. 1, p. 62-69, 2008. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.2008.00720.x>
- BIBBY, J. M.; MARDIA, K. V.; KENT, J. T. **Multivariate Analysis**. Academic Press Limited, INC, San Diego, 1979, 518p. ISBN: 0124712509
- BRASKS, M.A.H.; HONÓRIO, N.A; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R.; JULIANO, S.A.; PHILIP LOUNIBOS, L. Convergent Habitat Segregation of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Southeastern Brazil and Florida. **Journal Of Medical Entomology**, v. 40, n. 6, p. 785-794, 2003. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-40.6.785>
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Levantamento rápido de índices para *Aedes aegypti* – LIRaA - para vigilância entomológica do Aedes A. aegypti no Brasil: metodologia para avaliação dos índices de Breteau e Predial e Tipos de Recipientes**. Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis - Brasília, 2013, 84p. https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_liraa_2013.pdf
- BRASIL, Ministério da Saúde. **Diretrizes Nacionais para a Prevenção e Controle de Epidemias de Dengue**. Brasília, Distrito Federal, 2009. https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_nacionais_prevencao_controle_dengue.pdf
- BRASIL, Ministério da Saúde. **Boletins epidemiológicos**. 2022. <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos>.
- CAVALCANTI, L.P.G.; OLIVEIRA, R.M.A.B.; ALENCAR, C.H. Changes in infestation sites of female *Aedes aegypti* in Northeast Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 49, n. 4, p. 498-501, 2016. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0044-2016>
- CSILLAG, C. Turning Point. Environmental Health in Brazil. **Environmental Health Perspectives**, v. 108, n. 11, p. A504-A511, 2000. <https://doi.org/10.2307/3434944>
- CYSNE, P. R. Arboviroses (dengue, zika e chikungunya) e saneamento básico. **Conjuntura Econômica**, v. 73, n. 6, p. 37-39, 2019. <https://epge.fgv.br/files/default/06-2019-arboviroses-dengue-zika-e-chicungunya-e-saneamento-basico.pdf>
- DALPADADO, R.; AMARASINGHE, D.; GUNATHILAKA, N. Water quality characteristics of

breeding habitats in relation to the density of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in domestic settings in Gampaha district of Sri Lanka. **Acta Tropica**, v. 229, n. 106339, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2022.106339>

DIENG, H.; SATHO, T.; MELI, N.K.K.B.; ABANG, F.; NOLASCO-HIPOLITO, C.; HAKIM, H.; MIAKE, F.; ZUHARAH, W.F.; KASSIM, N.F.A.; AB MAJID, A.H.; MORALES VARGAS, R.E.; MORALES, N.P.; NOWEG, G.T. Occurrence of sweet refuse at disposal sites: rainwater retention capacity and potential breeding opportunities for *Aedes aegypti*. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, p. 13833-13843, 2018. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-1078-8>

FLYNN, P. J.; JAIN, A. K.; MURTY, M.N. Data Clustering: A Review. **ACM Computing Surveys**, v. 31, n. 3, 1999. <https://doi.org/10.1145/331499.331504>

GAUCH, H. G. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge: Cambridge University Press, 1982. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511623332>

GOMES Mol, M.P.; MATOS QUEIROZ, J.T.; GOMES, J.; HELLER, L. Gerenciamento adequado de resíduos sólidos como fator de proteção contra casos de dengue. **Revista Panamericana de Salud Publica / Revista Pan-Americana de Saúde Pública**, v. 44, 9 p., 2020. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2020.22>

GUAGLIARDO, S.A.; BARBOSA, J.L.; MORRISON, A.C.; VÁZQUEZ-PROKOPEC, G.; KITRON, U. Patterns of Geographic Expansion of *Aedes aegypti* in the Peruvian Amazon. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 8, n. 8, 12 p., 2014. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003033>

HONÓRIO, N. A.; CÂMARA, D. C. P.; CALVET, G. A.; BRASIL, P. Chikungunya: uma arbovirose em estabelecimento e expansão no Brasil. **Perspectivas: Caderno de Saúde Pública**, v. 31, n. 5, 3 p., 2015. <https://doi.org/10.1590/0102-311xpe020515>

IOC/FIOCRUZ. INSTITUTO OSWALDO CRUZ (IOC/FIOCRUZ). **Vírus Zika: perguntas e respostas**. 2016. <https://portal.fiocruz.br/virus-zika-perguntas-e-respostas>

KAMPANGO, A.; FURU, P.; SARATH, D.L.; HAJI, K.A.; KONRADSEN, F.; SCHIOLER, K.L.; ALIFRANGIS, M.; SALEH, F.; WELDON, C.W. Risk factors for occurrence and abundance of *Aedes aegypti* and *Aedes bromeliae* at hotel compounds in Zanzibar. **Parasites & Vectors**, v. 14, n. 544, 2021. <https://doi.org/10.1186/s13071-021-05005-9>

KUMAR, R.N.; ANANTHA EASHWAR, V.M.; DUTTA, R.; NISHA, B.; PARASURAMAN, G.; MOHAN, Y.; JAIN, T. Environmental risk mapping for dengue fever transmission in a rural area, Tamil Nadu. **International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences**, v. 11, n. 4, p. 6612-6618, 2020. <https://doi.org/10.26452/ijrps.v11i4.3568>

KROTH, N.; COZZER, G.D.; CARVALHO, G.; CASSOL, A.S.; BREAU, J.; LUTINSKI, J.A.; BUSATO, M.A.; ROMAN JÚNIOR, W.A.; SANTOS, J.J.; ALBENY-SIMÕES, D. Oviposition preferences of the mosquito *Aedes aegypti* Linnaeus, 1762 (Culicidae): an urban environment bioassay. **Bulletin of Entomological Research**, v. 109, n. 6, 9 p., 2019. <https://doi.org/10.1017/S000748531900021X>

LI, Z.; WANG, J.; CHENG, X.; HU, H.; GUO, C.; HUANG, J.; CHEN, Z.; LU, J. The worldwide seroprevalence of DENV, CHIKV and ZIKV infection: A systematic review and meta-analysis. **PloS Neglected Diseases**, v. 15, n. 4, p.1-17, 2021. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009337>

LOPES, J.; E.A.C. MARTINS; O. OLIVEIRA; V. OLIVEIRA; B.P. OLIVEIRA NETO; J.E.

OLIVEIRA. Dispersion of *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) and *Aedes albopictus* (Skuse, 1894) in the rural zone of north Paraná State. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 5, p. 739-746, 2004. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132004000500009>

MACKAY, A.J.; AMADOR, M.; DIAZ, A.; SMITH, J.; BARRERA, R. Dynamics of *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus* in septic tanks. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 25, n. 4, p. 409-416, 2009. <https://doi.org/10.2987/09-5888.1>

MANRIQUE-SAIDE, P.; DAVIES, C.R.; COLEMAN, P.G.; REBOLLAR-TELLEZ, E.; CHE-MEDOZA, A.; DZUL-MANZANILLA, F.; ZAPATA-PENICHE A. Pupal Surveys for *Aedes aegypti* Surveillance and Potencial Targeted Control in Residential Areas of Mérida, México. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 24, n. 2, p. 289-298, 2008. <https://doi.org/10.2987/5578.1>

NGUGI, H.N.; MUTUKU, F.M.; NDENGA, B.A.; MUSUNZAJI, P.S.; MBAKAYA, J.O.; ASWANI, P.; IRUNGU, L.W.; MUKOKO, D.; VULULE, J.; KITRON, U.; LABEAUD, A.D. Characterization and productivity profiles of *Aedes aegypti* (L.) breeding habitats across rural and urban landscapes in western and coastal Kenya. **Parasites & Vectors**, v. 10, n. 331, 12 p., 2017. <https://doi.org/10.1186/s13071-017-2271-9>

OMS/OPAS. Organização Mundial da Saúde/Organização Pan-Americana de Saúde. *Folha informativa – Dengue e dengue grave*. OMS/OPAS Brasil, 2019. <https://www.paho.org/>

PAGOTTO, V.; SCALIZE, P. S.; FIACCADORI, F.; GUIMARÃES, R. A.; BAUMANN, S. R. Análise situacional dos dados clínicos da população de comunidades rurais e tradicionais do Estado de Goiás: 2019 [Ebook]. Goiânia: Cegraf UFG, 521 p., 2022. <https://sanrural.ufg.br/>

PAPLOSKI, I.A.D.; RODRIGUES, M.S.; MUGABE, V.A.; KIKUTI, M.; TAVARES, A.S.; REIS, M.G.; KITRON, U.; RIBEIRO, G.S. Storm drains as larval development and adult resting sites for *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Salvador, Brazil. **Parasites & Vectors**, v. 9, n. 1, 8 p., 2016. <https://doi.org/10.1186/s13071-016-1705-0>

PÉREZ-CASTRO, R.; CASTELLANOS, J.E.; OLANO, V.A.; MATIZ, M.I.; JARAMILLO, J.F.; VARGAS, S.L. et al. Detection of all four dengue serotypes in *Aedes aegypti* female mosquitoes collected in a rural area in Colombia. **Memórias Instituto Oswaldo Cruz**, v. 111, n. 4, 2016, p. 233-240. <https://doi.org/10.1590/0074-02760150363>

PINHEIRO, R.V.N.; CHAGAS, I.M.; BASSO, R.E.; NÓBREGA, J.D.; BEZERRA, N.R.; SCALIZE, P.S. Proposition and application of a method for the characterization of rural areas in the census sectors from the sanitation point of view. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 18, n. 2, p. 67-85, 2022. <https://doi.org/10.17271/1980082718220223250>

RICAS-REZENDE, H.; MALTA-ROMANO, C.; MORALES-CLARO, I.; SANTOS-CALEIRO, G.; CERDEIRA-SABINO, E.; et al. First report of *Aedes albopictus* infected by Dengue and Zika virus in a rural outbreak in Brazil. **PLOS ONE**, v. 15, n. 3, 2020, 11 p. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229847>

RUIZ-DÍAZ, M.S.; MORA GARCIA, G.J.; SALGEDO-MADRID, G.I.; ALÁRIO, Á.; GÓMEZ-CAMARGO, D.E. Analysis of Health Indicators in Two Rural Communities on the Colombian Caribbean Coast: Poor Water Supply and Education Level Are Associated with Water-Related Diseases. **American Journal Tropical of Medicine and Hygiene.**, v. 97, n. 5, p. 1378-1392, 2017. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.16-0305>

SILVA, A.C.; SCALIZE, P.S. Variáveis ambientais que se relacionam a criadouros de *Aedes aegypti* e ocorrência de doenças arbovirais. Capítulo 2, dissertação de mestrado de Silva, A.C., 26p., 2022.

SILVA, N.S.; ALVES, J.M.B.; SILVA, E.M.; LIMA, R.R. Avaliação da Relação entre a climatologia, as condições sanitárias (Lixo) e a ocorrência de arboviroses (Dengue e Chikungunya) em Quixadá-CE no período entre 2016 e 2019. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, n. 3, p. 485-492, 2020. <https://doi.org/10.1590/0102-77863530014>

SILVA, I.G.; CAMARGO, M. F.; ELIAS, M.; ELIAS, C. N. Ciclo evolutivo de *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera, Culicidae). **Revista de Patologia Tropical/Journal of Tropical Pathology**. Goiânia, v. 22, n. 1, p. 43-48, 1993. <https://doi.org/10.5216/rpt.v22i1.20069>

SILVA-NUNES, M.; SOUZA, V.A.; PANNUTI, C.S.; SPERANÇA, M.A. et al. Risk factors for dengue virus infection in rural Amazonia: population-based cross-sectional surveys. **American Journal Tropical of Medicine and Hygiene**, v. 74, n. 4, 2008, p. 485-494. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2008.79.485>

SILVA, J. C. B.; MACHADO, C. J. S. Associations between dengue and socio-environmental variables in capitals of the brazilian northeast by cluster analysis. **Ambiente e Sociedade**, v. 21, 22 p., 2018. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0133r2vu18l4td>

SILVA, N.S.; ALVES, J.M.B.; SILVA, E.M.; LIMA, R.R. Avaliação da Relação entre a climatologia, as condições sanitárias (Lixo) e a ocorrência de arboviroses (Dengue e Chikungunya) em Quixadá-CE no período entre 2016 e 2019. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, n. 3, 2020, p. 485-492. <https://doi.org/10.1590/0102-77863530014>

SOMERS, G.; BROWN, J.E.; BARRERA, R.; POWELL, J.R. Genetics and morphology of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in septic tanks in Puerto Rico. **Journal of Medical Entomology**, v. 48, n. 6, p. 1095-1102, 2011. <https://doi.org/10.1603/me11129>

TAUIL, P. L. Urbanização e ecologia da dengue. **Caderno Saúde Pública**, v. 17, p. 99-102, 2001. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2001000700018>

THAMMAPALO, S.; CHONGSUWIWATWONG, V.; GEATER, A.; LIM, A.; CHOOMALEE, K. Socio-demographic and environmental factors associated with *Aedes* breeding places in Phuket, Thailand. **Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health**, v. 36, n. 2, p. 426-433, 2005. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15916050/>

TROYES, L.R.; VILLEGAS, Z.B.; TROYES, M.R. Expansión del *Aedes aegypti* a localidades rurales de Cajamarca. **Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública**, v. 23, n. 3, p. 163-167, 2006. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v23n3/a04v23n3.pdf>

VARIZA, P.F.; LORENZ, C.; OLIVEIRA, J.G.; FERNANDES, M.; ANTONIO NETTO, S.; PROPHIRO, J.S. Updated spatio-temporal distribution of *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* in Brazil. **Acta Tropica**, v. 232, n. 106511, 2022, 5 p. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2022.106511>

WAT'SENGA TEZZO, F.; FASINE, S.; MANZAMBI ZOLA, E.; MARQUETTI, M.C.; BINENE MBUKA, G.; ILOMBE, G.; MUNDEKE TAKASONGO, R.; SMITZ, N.; BISSET, J.A.; VAN BORTEL, W.; VANLERBERGHE, V. High *Aedes* spp. larval indices in Kinshasa, Democratic Republic of Congo. **Parasites and Vectors**, v. 14, n. 92, 2021. <https://doi.org/10.1186/s13071-021-04588-7>

CAPÍTULO V

Aqui serão apresentadas as considerações finais numa síntese panorâmica abordando o saneamento básico, face a um cenário que pode potencializar a existência de culicídeos vetores no Brasil, em especial sobre o estado de Goiás. Bem como, as recomendações e conclusões gerais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E PANORAMA DO SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL E CENÁRIO PARA POTENCIAIS CRIADOUROS DE *Aedes aegypti*

Devido o vetor *Aedes aegypti* ser um mosquito com preferência de viver no ambiente doméstico e que se estabelece no ambiente tanto urbano quanto rural, identificar e eliminar locais que favorecem sua proliferação é de fundamental importância para a melhoria em termos de saúde pública e qualidade ambiental (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994), conforme demonstrado por Buhler *et al.* (2019) em estudo sobre métodos ambientais para o controle do vetor da dengue e por Peraza *et al.* (2010) e Abeyewickreme *et al.* (2012) em pesquisa de intervenções para o controle do mosquito, inferindo a necessidade de implementar medidas a nível domiciliar.

No ambiente doméstico, diversos são os fatores que podem contribuir para a incidência de enfermidades. De acordo com a literatura, o saneamento básico é um forte indicador que pode explicar a proliferação de vetores numa dada região e, conseqüentemente, o aumento da incidência de doenças arbovirais. A intermitência no abastecimento de água propicia no peridomicílio armazenamento irregular em recipientes no qual os mosquitos adultos fêmeas ovipositam, se tornando habitat de mosquitos juvenis (BRASIL, 2017a). Para Tauil (2001), esse déficit, aliado à ausência e/ou intermitência na coleta de resíduos sólidos, bem como a sua destinação e disposição final inadequada possibilita criação de locais preferenciais para o desenvolvimento larval do *Aedes aegypti* e, inevitavelmente, aumenta a ocorrência de dengue, Zika e/ou chikungunya.

No Brasil, ações para prevenção e erradicação da tríplice arbovirose (dengue, Zika e chikungunya) acontecem, em geral, por meio do combate do vetor via controle químico. Para

Ferreira *et al.* (2009), somente o controle químico não garante efetiva eliminação do vetor. É necessário o envolvimento da população, bem como integração intersetorial e vários recursos de análise epidemiológica. Martínez *et al.* (2021) corroboram a questão ao apresentar o exemplo de Ambato no Equador, onde melhorias nos sistemas de saneamento básico, principalmente no que tange à gestão dos resíduos sólidos e promoção do conhecimento e capacitação do meio rural foram ações necessárias para diminuir a incidência das arboviroses.

Dessa forma, é intrínseca a relação entre o saneamento e a disseminação de patologias associadas à proliferação de vetores como o *Aedes aegypti*, por isso a importância em investir em políticas públicas para prevenir doenças e promover saúde.

Com a promulgação da Constituição Federativa (CF) do Brasil em 1988, desde então o saneamento básico passou a ser um direito assegurado a toda população brasileira. Sendo os municípios responsáveis pela prestação dos serviços de saneamento e o sistema único de saúde (SUS) participante na formulação dessa política e execução das ações necessárias, além de outras atribuições (BRASIL, 1988).

Dezenove anos depois instituiu-se a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB), Lei Federal nº 11.445 de 2007 (BRASIL, 2007), alterada pela Lei nº 14.026 de 2020 (BRASIL, 2020b), a qual apresentou o saneamento básico como “um conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de”:

- a) **abastecimento de água potável:** constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias ao abastecimento de água potável, desde a captação até as ligações prediais e seus instrumentos de medição;
- b) **esgotamento sanitário:** constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias à coleta, ao transporte, ao tratamento e à disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até sua destinação final para produção de água de reuso ou seu lançamento de forma adequada no meio ambiente;
- c) **limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos:** constituídos pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais de coleta, varrição manual e mecanizada, asseio e conservação urbana, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana; e
- d) **drenagem e manejo das águas pluviais urbanas:** constituídas pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes (BRASIL, 2007).

Assim, garantir saneamento a determinada população de uma região, significa proporcionar acessos a quatro eixos fundamentais: água segura para fins de potabilidade, esgotamento sanitário ambientalmente adequado, manejo de resíduos sólidos e manejo das águas pluviais, em consonância com as particularidades de cada comunidade (urbana ou rural) (BRASIL, 2007). Pois são infraestruturas básicas e necessária à melhoria das condições de vida devido à relação estreita entre saneamento básico e saúde, como preconizada pela Lei Federal nº 8.080 de 1990 que instituiu o SUS (BRASIL, 1990), a qual reconhece, em seu Artigo 3º, o saneamento básico, o meio ambiente, entre outros, como fatores determinantes e condicionantes da saúde.

Todavia, a cobertura de saneamento básico no Brasil é baixa e os indicadores do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento Básico (SNIS) corroboram essa questão. O mais atual diagnóstico demonstrou que o índice de atendimento à população com rede (IN055) é 83,7% atendidas com água e apenas 54,1% com serviços de coleta de esgoto no país. As taxas de cobertura do sistema de drenagem: vias públicas com pavimentação e meio-fio (IN020) e vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos (IN021) na área urbana é 62,8% e 15,1%, respectivamente. E a média nacional de cobertura do serviço de coleta de resíduo sólido doméstico (RDO) em relação à população total dos municípios participantes do SNIS (IN015) é de 92,1% (BRASIL, 2019a).

No entanto, a amostra SNIS 2019 traz informações sobre serviços de abastecimento de água de 5.191 municípios, que representa 93,2% dos 5.570 municípios brasileiros. Com relação aos serviços de afastamento de esgoto sanitário, obteve informações de 4.226 (75,9%) municípios; de drenagem urbana e manejo das águas pluviais, de 3.653 (65,6%) municípios; e de manejo de resíduos sólidos apenas 3.712 municípios, que representam 66,6% do total de municípios do país (BRASIL, 2019a).

Logo, é perceptível que boa parte da população brasileira carece de infraestruturas básicas de saneamento e os agentes responsáveis são incipientes na prestação e divulgação dessas obrigações. Enquanto isso, vetores como *Aedes aegypti* se prolifera em ambientes onde o saneamento básico é precário ou até mesmo inexistente.

De acordo com a literatura, em ambientes como fossas rudimentares, comumente encontradas em zonas rurais, a proliferação de mosquito é mais crítica, pois essas estruturas se configuram como grandes criadouros de vetores do tipo mosquito.

Em épocas de estiagem o mosquito *Aedes aegypti* elege as fossas rudimentares e/ou as sépticas com estruturas comprometidas como habitat preferencial devido à presença de água para sua oviposição (BARRERA *et al.*, 2008). Nos estudos de Mackay *et al.* (2009) e Somers

et al. (2011), os autores observaram que *Aedes aegypti* adultos emergindo de fossas eram maiores, em média, do que adultos coletados em recipientes de superfície. Assim, os autores inferiram em seus estudos que embora não encontraram evidência de diferenciação genética, esses mosquitos podem representar um fenótipo mais perigoso devendo receber consideração especial em estudos posteriores.

Assim, dentre os componentes do saneamento básico, na literatura há uma grande discussão em torno dos resíduos sólidos, sendo um elemento muito associado com o *Aedes aegypti* e doenças arbovirais.

No Brasil, em relação ao manejo de resíduos sólidos, somente 154,2 milhões de habitantes da zona urbana tem acesso. Em zona rural, a realidade é mais crítica, o déficit chega a 48,9%. Só no centro-oeste, cujo percentual é o menor no país (6,7%), são mais de um milhão de habitantes da zona rural não atendidos pelo serviço regular de coleta domiciliar e posterior destinação e disposição final ambientalmente adequada de seus resíduos sólidos (BRASIL, 2019a).

Para essa temática há um instrumento legal específico, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei Federal nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. Que expressa a seguinte ordem de prioridade, a ser observada: não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Sendo, portanto, objetivo estratégico da PNRS em prevenção e redução na geração de resíduos sólidos e destinação final mínima possível em aterro sanitário (BRASIL, 2010).

Segundo a PNRS, em seu art. 3º incisos VII e VIII, a destinação dos resíduos sólidos e a disposição dos rejeitos, em ações finais e ambientalmente adequada, compreendem:

- a) VII - **destinação final ambientalmente adequada**: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;
- b) VIII - **disposição final ambientalmente adequada**: distribuição ordenada de rejeitos² em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010).

²Rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

Um dos quesitos importantes no manejo dos resíduos é a participação da população junto ao prestador (público ou privado) do serviço em todas as etapas (coleta, transbordo, tratamento, destinação e disposição final) (BRASIL, 2019b). Esse envolvimento social visa garantir que o resíduo sólido produzido será conduzido à destinação final e o mínimo possível encaminhado à disposição final.

No âmbito urbano, a técnica para disposição no solo, preconizada nos instrumentos legais (Leis nº 11.445/2007 e nº 12.305/2010, PNSB e PNRS, respectivamente), é o aterro sanitário³ de resíduos sólidos urbanos (RSU). Técnica essa regulamentada por Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e por normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (BRASIL, 2020a).

Para a destinação final dos resíduos sólidos provenientes de áreas rurais em aterro de RSU, recomenda-se instalar estação de transbordo quando da distância superior a trinta quilômetros da comunidade rural. E a disposição final somente dos rejeitos deve ser em aterros sanitários urbanos (BRASIL, 2019b).

O caderno didático técnico para curso de gestão de manejo de resíduos sólidos em áreas rurais do Brasil (BRASIL, 2020c) ao construir matrizes tecnológicas, tendo como referência o Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR), para auxiliar na escolha das técnicas adequadas de soluções coletivas e individuais, diferenciadas conforme setores censitários⁴ do IBGE com reclassificação da ruralidade pelo Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), apresenta o aterro sanitário de pequeno porte (ASPP)⁵ (local) como solução coletiva para dispor resíduos proveniente de comunidades rurais (aglomerados: povoado, núcleos e outros) sem acesso viável para aterro de RSU.

Sendo possível implementar o aterro local (ASPP) em associações de municípios, ou municípios brasileiros com população pequena, em razão das pequenas quantidades e das

³Aterro sanitário de RSU: técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário (ABNT, 1992).

⁴Setor censitário: divisão de estruturas territoriais adotada pelo IBGE. Rural, códigos: 1b, 2 e 4 (aglomerados próximos do urbano); 3 (aglomerados mais adensados isolados); 5, 6 e 7 (aglomerados menos adensados isolados); e 8 (sem aglomerações, próximos ou isolados) (BRASIL, 2019c).

⁵Aterro sanitário de pequeno porte (ASPP) (local): sistema de disposição simplificado de resíduos sólidos, condicionado à disposição final máxima de vinte toneladas por dia de resíduos (BRASIL, 2020a) seguindo licenciamento ambiental conforme Resolução do CONAMA n. 404 de 11 de novembro de 2008 (BRASIL, 2008). Os projetos de ASPP devem contemplar, preferencialmente, a técnica de operação em valas. Todavia, nos casos em que regionalmente as condições de relevo ou profundidade do lençol freático forem limitantes, as demais concepções de operação (em trincheiras, encostas ou em área) podem ser adotadas, a critério do projetista ou do órgão ambiental competente, desde que adotados os critérios necessários de proteção ambiental (ABNT, 2010).

características dos resíduos gerados diariamente, sem prejuízo do controle de impactos ambientais e sanitários (ABNT, 2010).

No entanto, a realidade no Brasil, assim como em outros países em desenvolvimento, é a existência de locais considerados impróprios para dispor os resíduos sólidos resultantes das atividades humanas em sociedade (BRASIL, 2019a). Localizados principalmente em grande parte das áreas rurais do país, os vazadouros a céu aberto (lixões) ou aterros controlados não possuem em sua totalidade sistemas técnicos e medidas de engenharia necessárias à proteção do meio ambiente e da saúde pública (BRASIL, 2022; CAPANEMA, 2014).

Em 2019, segundo o SNIS, 15,9 milhões de toneladas de resíduos eram dispostos em unidades de disposição final, tais como: lixões e aterros controlados, o que representou 24,9% da massa estimada de resíduos totais dispostos em solo (BRASIL, 2019a).

A composição dos resíduos, quando levados para os lixões, é diversa. Desde resíduos orgânicos passíveis de compostagens à materiais que poderiam ser reutilizados e/ou reciclados.

Devido a proximidades das comunidades rurais a centros urbanos e ao acesso facilitado aos bens de consumo, aliado aos hábitos contemporâneos dos moradores, a composição dos resíduos sólidos gerados no meio rural cada vez mais se parece aos resíduos sólidos urbanos. Tempos atrás, eram constituídos basicamente de restos orgânicos, atualmente se verifica um volume crescente de plásticos (frascos, sacos, p. ex.), borracha (pneus, p. ex.), vidro (frascos, lâmpadas, p. ex.) e aparelhos eletroeletrônicos (CAPANEMA, 2014; SCALIZE *et al.*, 2020).

Com o déficit elevado na coleta e destinação final adequada dos resíduos sólidos que deixa de atender grande parte da população de comunidades rurais no Brasil, paralelo à falta de políticas de educação ambiental, práticas como: reaproveitamento dos orgânicos na alimentação de animais domésticos e aves, queima ou aterramento dos inorgânicos e descarte ou espalhamento de resíduos próximo aos domicílios, são comuns (IBGE, 2010; CAPANEMA, 2014; BRASIL, 2020c; SCALIZE *et al.*, 2020).

Para o Ministério do Meio Ambiente (MMA) brasileiro, o descarte inadequado de resíduos sólidos pode ter como consequências, dentre outros, além da contaminação do meio ambiente (ar, solo e água), a existência de verdadeiros habitat de vetores transmissores de doenças infecciosas (CONSUMERS INTERNATIONAL *et al.*, 2005).

Nesse sentido, a proliferação de vetores de doenças arbovirais se relaciona diretamente com a potencialidade de diversos criadouros nos aglomerados humanos. Criadouros esses, em

geral, provenientes da falta de coleta dos resíduos sólidos e da falta de destinação final ambientalmente adequada, como o acúmulo de pneus ao ar livre nos arredores das propriedades (MANRIQUE-SAIDE *et al.*, 2008; ROSEGHINI *et al.*, 2019).

Assim, em um contexto permeado por resíduos sólidos e sendo estes potenciais criadouros de vetor, condições de vida instáveis e evidente desigualdade social podem influenciar a propagação de arboviroses, como dengue, por exemplo (OILVEIRA; CAPRARA, 2019). No território brasileiro, a incidência desta é recorrente e superior a Zika e a chikungunya, as quais têm-se o *Aedes aegypti* como vetor em comum (BRASIL, 2022b). Essas doenças têm condicionamento social, visto que grupos populacionais com baixo nível socioeconômico e menos acesso a políticas públicas têm maiores probabilidades de serem atingidos (JOHANSEN *et al.*, 2018).

5.1 RECOMENDAÇÕES

Considerando que diversas variáveis podem interferir na capacidade de alcance do vetor *Aedes aegypti* no ambiente rural e frente às limitações do presente trabalho, recomenda-se que os estudos de “associação entre variáveis ambientais e prevalência de arboviroses” incluam em suas análises variáveis topográficas como a existência de serras e morros, além dos aspectos de uso e cobertura do solo no que tange à presença de densas florestas e extensas lavouras entre domicílios, pois são elementos do ambiente rural que, segundo a literatura, podem ser barreiras limitante ao voo desse artrópode.

Recomenda-se que seja verificada a capacidade de dispersão do *Aedes aegypti* na própria zona rural de Goiás, a fim de se obter as reais distâncias de voo e alcance na comunidade no contexto rural para que, em estudos nessa temática para o Estado, não sejam consideradas como referências as distâncias identificadas na zona urbana, pois são dois ambientes com características que se diferem bastante.

5.2 CONCLUSÕES GERAIS

A presente dissertação permitiu concluir que:

- as 16 variáveis identificadas no Artigo 1, se investigadas numa análise do processo saúde-doença, podem contribuir para um melhor entendimento dos fatores a considerar na tomada de decisão rumo a prevenção de doenças e promoção da saúde;
- as associações identificadas no Artigo 2, sugerem que populações em áreas rurais no

- Centro-Oeste do Brasil podem ser infectadas por doenças arbovirais tanto quanto os habitantes de áreas urbanas do País, devido principalmente à falta de universalização dos serviços básicos de saneamento;
- os resultados do Artigo 3 são alertas às autoridades municipais de saúde. A presença de locais para o desenvolvimento de culicídeos vetores ter sido observada em mais de 90% dos domicílios visitados sugere ter havido disseminação na própria comunidade dos arbovírus que afetou parte da sua população. Assim, efetivar políticas públicas é uma medida que proporciona indiretamente o controle de vetores, em especial do mosquito *Aedes aegypti*.

REFERÊNCIAS

As referências a seguir, se referem aos textos: apresentação, introdução geral, questão de pesquisa, considerações finais e panorama do saneamento.

ABEYEWICKREME, W.; WICKREMASINGHE, A.R.; KARUNATILAKE, K.; SOMMERFELD, J.; KROEGER, A. Community mobilization and household level waste management for dengue vector control in Gampaha district of Sri Lanka; an intervention study. **Pathogens and Global Health**, v. 106, n. 8, p. 479-487, 2012.

<https://doi.org/10.1179/2047773212y.0000000060>

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 8.419. Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. 7p., 1992.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 15.849. Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento. 30p., 2010.

ALI, S.A.; AHMAD, A. Spatial susceptibility analysis of vector-borne diseases in KMC using geospatial technique and MCDM approach. **Modeling Earth Systems and Environment**, v. 5, n. 3, p. 1135-1159, 2019. <https://doi.org/10.1007/s40808-019-00586-y>

BANERJEE, S.; ADITYA, G.; SAHA, G. K. Household Wastes as Larval Habitats of Dengue Vectors: Comparison between Urban and Rural Areas of Kolkata, India. **Plos One**, v. 10, n. 10, 21p., 2015. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138082>

BARRERA, R.; AMADOR, M.; DIAZ, A.; SMITH, J.; MUNOZ-JORDAN, J.L.; ROSARIO, Y. Unusual productivity of *Aedes aegypti* in septic tanks and its implications for dengue control. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 22, n. 1, p. 62-69, 2008.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.2008.00720.x>

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. 1988.

<http://www.planalto.gov.br/>

BRASIL. **Lei Nº 8.080, de 19 de setembro de 1990**. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. Brasília, 1990. <http://www.planalto.gov.br>

BRASIL. **Lei Federal Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília, DF, jan., 2007. <http://www.planalto.gov.br>

BRASIL. **Resolução CONAMA Nº 404, de 11 de novembro de 2008**. Estabelece critérios e

diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos. 2008. <http://conama.mma.gov.br/>

BRASIL. **Lei Nº 12.305 de 02 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 2010. <http://www.planalto.gov.br/>

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Secretaria de Comunicação Social – Área Internacional.* Vírus Zika no Brasil. 2016. <https://sistemas.mre.gov.br/>

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria em Vigilância em Saúde. Vírus Zika no Brasil: a resposta do SUS. Brasília/DF, 2017. <http://bvsmms.saude.gov.br/>

BRASIL. SNIS – Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento Básico. Diagnósticos SNIS 2019. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2019a. <http://www.snis.gov.br/>

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR). Brasília: Funasa, 2019b. 260p. <http://www.funasa.gov.br/>

BRASIL. Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB). Ministério do Desenvolvimento Regional. Brasília, 2019c. 240p. <https://antigo.mdr.gov.br/>

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Dengue: sintomas, causas, tratamento e prevenção.** Saúde de A a Z. 2020a. <http://www.saude.gov.br/>

BRASIL. **Lei Federal Nº 14.026, DE 15 DE JULHO DE 2020.** Atualiza o marco legal do saneamento básico [...]. Brasília, DF, jul., 2020b. <http://www.planalto.gov.br/>

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Caderno didático técnico para curso de gestão de manejo de resíduos sólidos em áreas rurais do Brasil. Brasília: Funasa, 49p., 2020c. <http://www.funasa.gov.br/>

BRASIL. Ministério da Saúde. *Secretaria de Vigilância em Saúde.* Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas causados por vírus transmitidos pelo mosquito *Aedes* (dengue, chikungunya e zika), semanas epidemiológicas 1 a 52, 2021. Brasil, Boletim Epidemiológico, v. 53, n. 1, jan. 2022. <https://www.gov.br/>

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 2022. <https://www.gov.br/mma/>

BUHLER, C.; WINKLER, V.; RUNGE-RANZINGER, S.; BOYCE, R.; HORSTICH, O. Environmental methods for dengue vector control – A systematic review and meta-analysis. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 12, n. 7, 15p., 2019. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007420>

CAPANEMA, M. A. Tecnologias Sociais para a Gestão da Água (TSGA) – Fase II. Módulo 3. **Resíduos Sólidos.** In: BELLI FILHO, P. (Org.). Saneamento Rural. Florianópolis, SC: Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 43p., 2014. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/123543>

CDC. Centers for Disease Control and Prevention. Etymologia: *Aedes aegypti*. **Emerging Infectious Diseases**, v. 22, n. 10, p. 1807-1807, 2016. <https://doi.org/10.3201/eid2210.et2210>

CONSOLI, R. A. G. B.; OLIVEIRA, R. L. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil.** Rio de Janeiro: Fiocruz, 1994. 228p. ISBN: 85-85676-03-5

CONSUMERS INTERNATIONAL; Ministério do Meio Ambiente (MMA); Ministério da Educação (MEC), Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (IDEC). **Consumo Sustentável: Manual de educação.** 1. Ed. Brasília, 160p., 2005. <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao8.pdf>

DIENG, H.; SATHO, T.; MELI, N.K.K.B.; ABANG, F.; NOLASCO-HIPOLITO, C.; HAKIM, H.; MIAKE, F.; ZUHARAH, W.F.; KASSIM, N.F.A.; AB MAJID, A.H.; MORALES VARGAS, R.E.;

MORALES, N.P.; NOWEG, G.T. Occurrence of sweet refuse at disposal sites: rainwater retention capacity and potential breeding opportunities for *Aedes aegypti*. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, p. 13833-13843, 2018.

<https://doi.org/10.1007/s11356-017-1078-8>

FERREIRA, B. J.; SOUZA, M.F.M.; FILHO, A.M.S.; CARVALHO, A.A. Evolução histórica dos programas de prevenção e controle da dengue no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 14, n. 3, p. 961-972, 2009. <https://doi.org/10.1590/s1413-81232009000300032>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo de 2010**. IBGE Cidades. Brasília: Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. 2010.

<https://cidades.ibge.gov.br/>

IOC/FIOCRUZ. INSTITUTO OSWALDO CRUZ (IOC/FIOCRUZ). **Vírus Zika: perguntas e respostas**. 2016. <https://portal.fiocruz.br/>

JOHANSEN, I.C.; DO CARMO, R.L.; ALVES, L.C.; DIAS BUENO, M.D.C. Environmental and demographic determinants of dengue incidence in Brazil. **Revista de Salud Publica**, v. 20, n. 3, p. 346-351, 2018. <https://doi.org/10.15446/rsap.v20n3.54315>

KRYSTOSIK, A.; NJOROGI, G.; ODHIAMBO, L.; FORYSTH, J.E.; MUTUKU, F.; LaBEAUD, A.D. Solid Wastes Provide Breeding Sites, Burrows, and Food for Biological Disease Vectors, and Urban Zoonotic Reservoirs: A Call to Action for Solutions-Based Research. **Frontiers in Public Health**, v.7, n. 405, 17p., 2020.

<https://doi.org/10.3389/fpubh.2019.00405>

MACKAY, A.J.; AMADOR, M.; DIAZ, A.; SMITH, J.; BARRERA, R. Dynamics of *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus* in septic tanks. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 25, n. 4, p. 409-416, 2009. <https://doi.org/10.2987/09-5888.1>

MAHMUD, M.A.F.; MUTULIP, M.D.A.; LODZ, N.A.; MUHAMMAD, E.N.; YOEP, N.; HASHIM, M.H.; PAIWAI, F.; RAJARETHINAM, J.; AIK, J.; MAHAMMAD, N.A. Environmental management for dengue control: A systematic review protocol. **BMJ Open**, v. 9, 4p., 2019.

<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-026101>

MANRIQUE-SAIDE, P.; DAVIES, C.R.; COLEMAN, P.G.; REBOLLAR-TELLEZ, E.; CHE-MEDOZA, A.; DZUL-MANZANILLA, F.; ZAPATA-PENICHE A. Pupal Surveys for *Aedes aegypti* Surveillance and Potencial Tergeted Control in Residential Areas of Mérida, México. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 24, n. 2, p. 289-298, 2008.

<https://doi.org/10.2987/5578.1>

MARTÍNEZ, M. R.; BARRIONUEVO, C.G.L.; ALDAZ, E.C.M.; FALCÓN, A.L. Getión integrada para la prevención y control del dengue y otras arboviroses en la Municipalidad de Ambato. **Boletín de Malariología y Salud Ambiental**, v. 61, n. 3, p. 476-485, 2021.

<https://doi.org/10.52808/bmsa.7e5.613.013>

OLIVEIRA, K. K.F.; CAPRARA, A. The social face of aedes control: Women take the floor in a suburban district of fortaleza, brazil. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 24, n. 8, p. 2983-2992, 2019. <https://doi.org/10.1590/1413-81232018248.21522017>

OMS. Organização Mundial da Saúde. *Dengue e dengue grave*. 2019. <https://www.who.int/>

OMS/OPAS. Organização Mundial da Saúde/Organização Pan-Americana de Saúde. *Folha informativa – Dengue e dengue grave*. OMS/OPAS Brasil, 2019.

https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5963:folha-informativa-dengue-e-dengue-grave&Itemid=812

ONU. Organização das Nações Unidas. Transformando Nosso Mundo: A agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2015. <http://www.agenda2030.com.br/sobre/>

ONU/BRASIL. Organização das Nações Unidas. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Brasil, 2021. <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>

OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. *Saúde nas Américas +, Resumo do panorama regional e perfil do Brasil*. Washington, D.C.: OPAS, 2017. www.paho.org

OVERGAARD, H.J.; OLANO, V.A.; JARAMILLO, J.F.; MATIZ, M.I.; SARMIENTO, D.; STENSTRÖM, A.; ALEXANDER, N. A cross-sectional survey of *Aedes aegypti* immature abundance in urban and rural household containers in central Colombia. **Parasites & Vectors**, v. 10, n. 356, 12p., 2017. <https://doi.org/10.1186/s13071-017-2295-1>

PAPLOSKI, I.A.D.; RODRIGUES, M.S.; MUGABE, V.A.; KIKUTI, M.; TAVARES, A.S.; REIS, M.G.; KITRON, U.; RIBEIRO, G.S. Storm drains as larval development and adult resting sites for *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Salvador, Brazil. **Parasites & Vectors**, v. 9, n. 419, 8p., 2016. <https://doi.org/10.1186/s13071-016-1705-0>

PERAZA, M.C.; MIRANDA, C.G.; VÁLDES, L.S.; CHACÓN, D.P.; DÍAZ, V.P.; DÍAZ, D.C.; RODRÍGUEZ, C.S.; VAN DER STUYFT, P. Encuesta poblacional sobre conocimientos y percepciones acerca de dengue contra prácticas preventivas en el municipio Lisa. **Revista Cubana de Medicina Tropical**, v. 62, n. 3, p. 245-253, 2010. <https://search.bvsalud.org/gim/resource/pt/lil-584962>

RITA, A. B.; FREITAS, R.; NOGUEIRA, R. M. R. *Saúde e ciência para todos. Dengue*. FIOCRUZ – Fundação Oswaldo Cruz, Instituto Oswaldo Cruz- IOC, Brasil, 2015. <https://agencia.fiocruz.br/dengue-0>

ROSEGHINI, W.; MENDONÇA, F.; CECCATO, P. Urban Climate and Dengue Epidemics in Brazil. **Urban Climates in Latin America**, Capítulo 12, p. 309-328, 2019. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97013-4_12

ROCHA, B.S.; PAGOTTO, V.P.; MAMED, S.N.; GUIMARÃES, R.A.; SCALIZE, P.S. Associação entre possíveis criadouros de *Aedes* e ocorrência de dengue em assentamentos rurais. XXXVII Reunión Científica de la Sociedad Española de Epidemiología y XIV Congresso da Associação Portuguesa de Epidemiologia. 2019.

SARDÃO, T. Dengue e Zika: ABES alerta sobre a importância do saneamento básico no combate às doenças. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 2016. <https://abes-dn.org.br/?p=923%3E>

SCALIZE *et al.* Coleções de Diagnósticos Técnicos Participativos (DTP). Projeto SanRural, 2020. <https://sanrural.ufg.br/>

SOMERS, G.; BROWN, J.E.; BARRERA, R.; POWELL, J.R. Genetics and morphology of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in septic tanks in Puerto Rico. **Journal of Medical Entomology**, v. 48, n. 6, p. 1095-1102, 2011. <https://doi.org/10.1603/me11129>

SUWANNAPONG, N.; TIPAYAMONGKHOLGUL, M.; BHUMIRATANA, A.; BOONSHUYAR, C.; HOWTEERAKUL, N.; POOLTHIN, S. Effect of community participation on household environment to mitigate dengue transmission in Thailand. **Tropical Biomedicine**, v. 31, n. 1, p. 149-158, 2014. https://phpr.ph.mahidol.ac.th/staff/Research/2557/149_-_158_Tipayamongkholgul_M.pdf

TAUIL, P. L. Urbanização e ecologia da dengue. **Cadernos de saúde pública / Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública**, v. 17, p. 99-102, 2001. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2001000700018>

APÊNDICE 1 – MUNICÍPIOS GOIANOS E RESPECTIVAS COMUNIDADES RURAIS E TRADICIONAIS DE GOIÁS, BRASIL, ENVOLVIDAS NA ÁREA DE ESTUDO DA PRESENTE PESQUISA

Tipologia	Comunidade Rural	Município de Goiás
Quilombola	Água Limpa	Faina
	Almeidas	Silvânia
	Baco Pari	Iaciara/Posse
	Canabrava (Flores Velha)	Flores de Goiás
	Castelo, Retiro e Três Rios	Simolândia
	Extrema	Iaciara
	Fazenda Santo Antônio da Laguna	Barro Alto
	Forte	São João da Aliança
	José de Coleto	Colinas do Sul
	Pelotas	Monte Alegre de Goiás
	Pombal	Santa Rita do Novo Destino
	Porto Leucádio	São Luiz do Norte
	Povoado Vermelho (São Félix)	Minaçu
	Queixo Dantas (Mimoso)	Mimoso de Goiás
	Quilombo dos Magalhães	Nova Roma
	Rafael Machado	Niquelândia
	São Domingos	Cavalcante
Assentamento	Sumidouro	Padre Bernardo
	Taquarussu	Campos Belos
	Arraial das Antas II	Faina
	Céu Azul	Minaçu
	Engenho da Pontinha	Santa Rita do Novo Destino
	Fortaleza	Piranhas
	Itajá II	Goianésia
	João de Deus / União	Silvânia
	Julião Ribeiro	Niquelândia
	Lageado	São Miguel do Araguaia
	Madre Cristina	Goiandira
	Monte Moria	São Luiz do Norte
	Piracanjuba	Piracanjuba
	Pouso Alegre	Mineiros
	Rochedo	Professor Jamil
	Santa Fé da Laguna	Barro Alto
	São Lourenço	Uruaçu
Ribeirinha	São Sebastião da Garganta	Silvânia
	Taruma	Nova Crixás
	Fio Velasco	São Miguel do Araguaia
	Landi	Nova Crixás
	Olho D' Água	Gameleira de Goiás

APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO E *checklist* PARA DIAGNÓSTICO DAS FAMÍLIAS DAS COMUNIDADES RURAIS E TRADICIONAIS SOBRE SAÚDE E SANEAMENTO BÁSICO

IDENTIFICAÇÃO DO (A) ENTREVISTADO (A)	
Município: _____ Pesquisador (a): _____ Nome do entrevistado: _____ ID/CASA: _____ Telefone: _____	Comunidade: _____ Tipo: Quilombola () Ribeirinha () Assentamento () Idade: _____ (Anos) Sexo: () Homem; () Mulher; () Não respondeu
DADOS SOCIOECONÔMICO DAS FAMÍLIAS	INFORMAÇÕES SOBRE VETORES
1-Quantas pessoas moram no seu domicílio, incluindo você? ____ 2-Qual é a renda aproximada da família? () Não sabe; () até 0.5 SM (até R\$477); () 0.51 a 1 SM (R\$477.01 a R\$ 954); () 1.01 a 1.5 SM (R\$954.01 a R\$1431); () 1.51 a 2 SM (R\$1431.01 a R\$1908); () 2.01 a 3 SM (R\$1908.01 a R\$2862); () 3.01 a 5 SM (R\$2862.01 a R\$4770); () acima de 5 SM (> R\$4770); () Não respondeu; () Não se aplica. 2a-Valor bruto – R\$: _____	1-Existe presença desses animais em sua casa ou quintal? () Não sabe; () Barbeiros; () Baratas; () Moscas; () Ratos; () Escorpiões; () Mosquito da dengue; () Cobras; () Lacraia; () Aranhas; () Raposas; () Lobos; () Não tem. 2-Você utiliza alguma proteção para evitar picada de mosquitos? () Sim; () Não
CONDIÇÕES DO SANEAMENTO NO DOMICÍLIO – GERAIS E COMPLEMENTAR DE RESÍDUOS	
1-A água para beber é armazenada onde? () Não sabe; () não tem recipiente; () balde ou bacia plástica; () jarra vidro; () jarra de plástico ou garrafa PET; () barril de plástico; () pote de barro ou de argila; () lata ou latão; () panela de alumínio ou ferro; () filtro de barro; () cx. d'água plástico; () cx. d'água amianto; Outro(s): _____ 1a-Este(s) recipiente(s) fica(m) tampado(s)? () Não sabe; () Sim; () Não; () Não respondeu; () Não se aplica 2- A água para fazer comida e lavar os alimentos é armazenada onde? () Não sabe; () não tem recipiente; () balde ou bacia plástica; () jarra vidro; () jarra de plástico ou garrafa PET; () barril de plástico; () pote de barro ou de argila; () lata ou latão; () panela de alumínio ou ferro; () filtro de barro; () caixa. d'água plástico lts: (Numérica); () caixa d'água amianto lts: (Numérica); Outro(s): _____; () Não respondeu. 2a-Este(s) recipiente(s) fica(m) tampado(s)? Não sabe; () Sim; () Não; () Não respondeu; () Não se aplica 2b- Você costuma lavar o(s) recipiente(s) de armazenamento da água para fazer comida e lavar as verduras e os legumes? () Não sabe; () Sim. Sempre; () Sim. Às vezes; () Não; () Não respondeu 3-A prefeitura recolhe o lixo da sua casa? () Não sabe; () Uma vez por semana; () Mais de uma vez por semana; () Quinzenalmente; () Mensalmente; () Não	4 - Você SEPARA o seu lixo? () Sim; () Não 4a - Se você NÃO SEPARA seu lixo o que você faz com ele? () A prefeitura recolhe; () Queima; () Joga no rio/ ribeirão; () Joga em lote vazio ou mata; () Enterra; () Deixa no quintal; () Compostagem; () Alimentar os animais; () Joga na fossa desativada; () Leva para a cidade; () Outro, qual? _____ 4b-Se você separa, o que você faz com o lixo seco (plástico, papel, alumínio)? () A prefeitura recolhe; () Queima; () Joga no rio/ ribeirão; () Joga em lote vazio ou mata; () Enterra; () Deixa no quintal; () Faz doação; () Vende; () Reutiliza; () Joga na fossa desativada; () Leva para a cidade; () Não separo o lixo seco; Outro, qual? _____ 5-O que você faz com o lixo orgânico (resto de comida)? () A prefeitura recolhe; () Queima; () Joga no rio/ ribeirão; () Joga em lote vazio ou mata; () Enterra; () Deixa no quintal; () Compostagem; () Alimentar os animais; () Joga na fossa desativada; () Leva para a cidade; () Não separo o lixo orgânico; Outro, qual? _____ 6-O que você faz com o lixo infectante (banda id, esparadrapo, agulha, seringa, curativos)? () A prefeitura recolhe; () Queima; () Joga no rio/ ribeirão; () Joga em lote vazio ou mata; () Enterra; () Deixa no quintal; () Faz doação; () Empresa especializada que recolhe; () Joga na fossa desativada; () Leva para a cidade; () Não tenho lixo infectante; () Não separo o lixo infectante; Outro, qual? _____
INSPEÇÃO EM POTENCIAIS CRIADOUROS DE MOSQUITOS: CHECKLIST	
1-No quintal da casa pode ser identificado: () Acúmulo de pedras, tijolos, madeiras; () Recip. acumulam água p/ animais; () Recip. acumula água usos diversos; () Árvores nativas ou não, sem poda; () Extensões das habitações; () Abrigos de equipamentos rurais; () Embalagens de veneno para plantas; () Lixos espalhados; () Lixos acumulados em buracos; () Acúmulo de lixo que armazena água; () Barraginha para animais; () Bebedouros de animais; () Água acumulada no chão; () Calhas e/ou lajes; () Caixas de água, cisternas, poços; () Tambores, barris e tonéis; () Lonas de cobertura; () Garrafas pet e vidro; () Cacos de vidro nos muros; () Pneus velhos; () Tampinhas de garrafas, cascas de ovos, latinhas, embalagens plásticas e de vidro, copos descartáveis ou qualquer outro objeto que possa acumular água; () Entulhos e/ou canteiros de obras; () Piscinas 2-Itens para observações: () Pratinhos de vasos de plantas ou xaxins; () Bromélias ou outras plantas que possam acumular água; () Vasilhames para água de animais; () Lixeiras dentro e fora do ambiente; () Vasos sanitários; () Ralos de cozinha, de banheiro etc.; () Bandejas externas de geladeiras e/ou ar condicionado; () Suporte de garrações de água mineral (em desuso); 2a-Alternativas de preenchimento para cada item observado: () Não foi encontrado água ou larvas; () Presença de água parada; () Presença de larvas suspeitas; () Não se aplica	3 – Marcar itens conforme verificação no ambiente casa/quintal: () Caixas de água (1), tambores (2), baldes (3), latas (4) ou qualquer outro recipiente (5) com acúmulo de água para uso diverso, incluindo para potabilidade. Esse(s) itens(s) estão tampado(s)? () Sim, quais: () 1; () 2; () 3; () 4; () 5 () Não, quais: () 1; () 2; () 3; () 4; () 5 Verificação visual pelo pesquisador () Resíduos sólidos ou materiais de embalagens espalhados ou acumulados no quintal; () Água acumulada no chão; () Garrafas pet, vidro ou porcelana que pode acumular água; () Pneus descartados; () Troncos de árvores (ao redor da casa) com acúmulo de água; 3a – Encontrou larva de mosquito em algum item? () Não; () Sim, em qual(is)? _____ _____ _____ _____

APÊNDICE 3 – CÓDIGO DE EXECUÇÃO NO R STÚDIO PARA INVESTIGAR RELAÇÃO ENTRE ARBOVIROSES E VARIÁVEIS SOCIOAMBIENTAIS DO ARTIGO 2

1. Dados de entrada: Variáveis respostas e explicativas

```
dados <- read.table(file.choose(), header = TRUE, sep = ";", dec = ".")  
str(dados)  
typeof(dados)  
summary(dados)  
sapply(dados, class)
```

2. Análise descritiva

```
library(DescTools)  
Desc(dados, plotit=F)  
Desc(dados)
```

3. Regressão linear: Modelo em pares

```
attach(dados)  
names(dados)  
Variaveis <- c("AG1", "AG2", "AG3", "AG4", "AG5",  
              "RS1", "RS2", "RS3", "RS4", "RS5", "RS6", "RS7",  
              "EG1", "EG2", "EG3", "DR1", "ALT1", "GE1", "GE2", "GE3", "US1", "US2", "US3",  
              "SD1", "SD2", "SD3", "SD4", "SE1", "SC1", "SC2", "TM1", "PR1", "UR1", "QUI", "ASO", "RIB")  
l.var <- length(Variaveis)  
l.var  
tab1 <- data.frame(variaveis = c(NA), pvalue.d = c(NA), pvalue.z = c(NA), pvalue.c = c(NA),  
                  icd = c(NA), icd = c(NA), icc = c(NA))  
for(i in 1:l.var) {  
  variavel.aux <- Variaveis[i]  
  dados.aux.d <- dados[, c("DEN", variavel.aux)]  
  dados.aux.z <- dados[, c("ZIK", variavel.aux)]  
  dados.aux.c <- dados[, c("CHIK", variavel.aux)]
```

```
mod1 <- lm(DEN ~ ., dados.aux.d)
mod1f
mod2 <- lm(ZIK ~ ., dados.aux.z)
mod2
mod3 <- lm(CHIK ~ ., dados.aux.c)
mod3
p.value.d <- (anova(mod1))$"Pr(>F)"[1]
p.value.d
p.value.z <- (anova(mod2))$"Pr(>F)"[1]
p.value.z
p.value.c <- (anova(mod3))$"Pr(>F)"[1]
p.value.c
icd <- confint(mod1)
icz <- confint(mod2)
icc <- confint(mod3)
tab1[i,1] = variavel.aux
tab1[i,2] = p.value.d
tab1[i,3] = p.value.z
tab1[i,4] = p.value.c
tab1[i,5:8] = icd
tab1[i,9:12] = icz
tab1[i,13:16] = icc
}
summary(mod1)
anova(mod1)

# 4. Matriz de correlação: verificar correlações entre variáveis preditoras
x <- dados[,7:18]
str(x)
x.a <- scale(x) # Colocar em pesos iguais → (score - média)/desvio padrão
```

```
Xbarra <- apply(x.a, 2, mean)

S <- cov(x.a) #obter a matriz de variância (diagonal principal\ ) e covariância(diagonal
secundária/)

#covariância positiva: relação forte

#R.S <- cor(x.a, method = "spearman")

#R.K <- cor(x.a, method = "kendall")

R.P <- cor(x.a, method = "pearson")

library(corrplot)

par(mfrow = c(1,1))

corrplot(R.P)

corrplot(R.P,
         method = "circle",
         type = "lower",
         title = "Correlação de Pearson"
)

corrplot()

corrplot(R.P, type="upper", method = "number")

library(Hmisc)

m <- rcorr(as.matrix(R.P))

m

m$r

m$P

m$n

#plot

corrplot(m$r,
         p.mat=m$P,
         sig.level=0.005,
         type = "lower",
         method = "number")

library(ggcorrplot)
```

```

correl = cor(dados[,7:18])
ggcorrplot(correl,
            hc.order = FALSE,
            type = "lower",
            lab = TRUE,
            lab_size = 3.5)
cor_pmat(dados[,7:18]) #Matriz de p-valores
# Gráfico
ggcorrplot(correl,
            hc.order = FALSE,
            type = "lower",
            lab = TRUE,
            lab_size = 3.5,
            p.mat = cor_pmat(dados[,7:18]), # Matriz de p-valores para correlação
            insig = "blank", )
#Alternativas para matriz
library(PerformanceAnalytics)
md <- R.P[,c(1,2,3)] #filtrando apenas algumas colunas
chart.Correlation(md, histogram = TRUE)
chart.Correlation(md, histogram = FALSE)
chart.Correlation(R.P, histogram = FALSE)

```

5. Resultados exportados .xlsx valor - P ANOVA

```

library(writexl)
write_xlsx(tab1, path = "ResultadosR/dados_pvalores.xlsx")

```

6. Selecionar variáveis em modelos com significância estatística: stepwise

6.1 Dengue

```

mod.d <- step(lm(DEN ~ 1, dados), scope = ~
AG1+AG2+AG3+AG4+AG5+RS1+RS2+RS3+RS4+RS5+RS6+RS7+EG1+EG1+EG3+DR1+ALT1+GE1
+GE2+GE3+US1+US2+US3+SD1+SD2+SD3+SD4+SE1+SC1+SC2+TM1+PR1+UR1+QUI+ASO+RIB,

```

```
direction="forward")
summary(mod.d1)
anova(mod.d1)
confint(mod.d1)
vif(mod.d1)
```

6.2 Zika

```
mod.z1 <- step(lm(ZIK ~ 1, dados), scope = ~ AG1+AG2+AG3+AG4+AG5+
  RS1+RS2+RS3+RS4+RS5+RS6+RS7+
  EG1+EG1+EG3+DR1+ALT1+GE1+GE2+GE3+
  US1+US2+US3+SD1+SD2+SD3+SD4+SE1+SC1+SC2+TM1+PR1+UR1+QUI+ASO+RIB,
direction="forward")
summary(mod.z1)
anova(mod.z1)
confint(mod.z1)
vif(mod.z1)
```

6.3 Chikungunya

```
mod.c1 <- step(lm(CHIK ~ 1, dados), scope = ~ AG1+AG2+AG3+AG4+AG5+
  RS1+RS2+RS3+RS4+RS5+RS6+RS7+
  EG1+EG1+EG3+DR1+ALT1+GE1+GE2+GE3+
  US1+US2+US3+SD1+SD2+SD3+SD4+SE1+SC1+SC2+TM1+PR1+UR1+QUI+ASO+RIB,
direction="forward")
summary(mod.c1)
anova(mod.c1)
confint(mod.c1)
```