

Geoinformação e Sensoriamento Remoto em Geografia

Análise espacial da dengue: uma sistematização de literatura

Spatial analysis of dengue: a systematization of literature

Análisis espacial del dengue: una sistematización de la literatura

Júlia Finkler¹ , Romario Trentin¹ 

¹ Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil

RESUMO

O mosquito transmissor da dengue é hoje uma ameaça à saúde global, surgido no Egito, ao longo de séculos ele vêm se espalhando e encontrando boas condições para reprodução, adentrando novos lugares pelo mundo, sobretudo, por interferência humana. Sendo um motivo de alerta de saúde pública, muitos cientistas de diversos países contribuem com diversos estudos referentes ao tema de maneira a amparar um melhor planejamento de ações de combate, prevenção e monitoramento do vetor transmissor e da doença. Este artigo tem por objetivo apresentar quais as áreas territoriais internacionais (exceto o Brasil) onde se concentram o maior número de pesquisas científicas referentes à temática: Análise espacial da Dengue, utilizando algum método ou abordagem envolvendo técnicas de geoprocessamento. Para tanto, foi utilizado como método de sistematizações de literatura, a revisão sistemática, de viés qualitativo, indispensável a esta análise. A revisão identificou que a maioria dos estudos internacionais sobre dengue utiliza geoprocessamento e modelos espaciais, como SIG e métodos geoestatísticos (Regressão Geograficamente Ponderada, Densidade de Kernel e Modelo Bayesiano). Esses métodos analisam a relação da dengue com fatores ambientais e socioeconômicos em escalas variadas, especialmente em países asiáticos. Conclui-se que tais abordagens são essenciais para monitoramento e prevenção da dengue, é podem ser adaptadas ao contexto brasileiro para ampliar o controle e análise da doença.

Palavras-chave: Revisão sistemática; Geoprocessamento; Geografia da saúde

ABSTRACT

The mosquito that transmits dengue fever is today a threat to global health, having emerged in Egypt, over the centuries it has been spreading and finding good conditions for its reproduction, entering new places around the world, mainly due to human interference. Being a reason for public health alert,

many scientists from different countries, in addition to several studies on the topic, in order to support better planning of actions to combat, prevent, and monitor the vector and the disease. This article aims to present which international territorial areas (except Brazil) are where the largest number of scientific research on the topic is concentrated: Spatial analysis of Dengue, using some method or approach related to geoprocessing techniques. To this end, a systematic review, with a qualitative view, was used as a method of systematizing the literature, essential for this analysis. The review identified that most international studies on dengue use geoprocessing and spatial models, such as GIS and geostatistical methods (Geographically Weighted Regression, Kernel Density, and Bayesian Model). These methods analyze the relationship between dengue and environmental and socioeconomic factors at various scales, especially in Asian countries. It is concluded that such approaches are essential for dengue monitoring and prevention and can be adapted to the Brazilian context to enhance the control and analysis of the disease.

Keywords: Systematic review; Geoprocessing; Health geography

RESUMEN

El mosquito transmisor del dengue es hoy una amenaza para la salud mundial, habiendo surgido en Egipto, a lo largo de los siglos se ha ido propagando y encontrando buenas condiciones para su reproducción, ingresando a nuevos lugares alrededor del mundo, principalmente debido a la interferencia humana. Siendo un motivo de alerta de salud pública, numerosos científicos de diferentes países además de realizar varios estudios sobre el tema con el fin de apoyar una mejor planificación de acciones para combatir, prevenir y monitorear el vector y la enfermedad. Este artículo tiene como objetivo presentar cuáles áreas territoriales internacionales (excepto Brasil) son donde se concentra el mayor número de investigaciones científicas sobre el tema: Análisis espacial del Dengue, utilizando algún método o enfoque relacionado con técnicas de geoprocésamiento. Para ello, se utilizó como método de sistematización de la literatura una revisión sistemática, con visión cualitativa, fundamental para este análisis. La revisión identificó que la mayoría de los estudios internacionales sobre el dengue utilizan geoprocésamiento y modelos espaciales, como SIG y métodos geoestadísticos (Regresión Ponderada Geográficamente, Densidad de Kernel y Modelo Bayesiano). Estos métodos analizan la relación del dengue con factores ambientales y socioeconómicos en diferentes escalas, especialmente en países asiáticos. Se concluye que tales enfoques son esenciales para el monitoreo y la prevención del dengue y pueden adaptarse al contexto brasileño para ampliar el control y el análisis de la enfermedad.

Palabras-clave: Revisión sistemática; Geoprocésamiento; Geografía de la salud

1 INTRODUÇÃO

O mosquito transmissor da dengue é originário do Egito, na África, e vem se espalhando pelo mundo desde o século XVI, introduzido no continente americano no período Colonial, por meio de navios que traficavam escravos (Instituto Oswaldo Cruz, 2023). Apesar do mosquito ser originário do Egito, em meados do ano de 1779, foram registradas as primeiras notificações de epidemias de dengue na Ásia (sudeste),

na África e nas Américas, sendo o Sudeste Asiático a região do mundo mais atingida desde o período da Segunda Guerra Mundial até a metade da década de 1990, com a circulação de múltiplos sorotipos do vírus da Dengue, além de uma epidemia de Febre Hemorrágica da Dengue (Freire Filha; Souza, 2019). A partir de então, os países das Américas começaram a se destacar no aumento do número de casos de dengue, sobretudo os latino-americanos, sendo eliminada de alguns países e reinfestados depois de um tempo. No continente europeu os primeiros casos foram registrados na França em 2010, mas não chegou a ser um surto ou epidemia.

Compreendendo que a dengue é um vírus que tem abrangência em muitos países, e considerando o tema: Análise espacial da Dengue, deduzimos que muitos cientistas de diversos países têm produzido pesquisas de forma a contribuir e compartilhar conhecimentos sobre esse tema. Muitos dos métodos aplicados hoje em um sistema de saúde pública resultados de pesquisas científicas que amparam um melhor planejamento de ações de combate, prevenção e monitoramento do vetor transmissor da doença. Contudo, é fundamental, através da sistematização da literatura, conhecer a profundidade dos trabalhos referentes à aplicação de teorias e ferramentas geográficas que são utilizadas pelo mundo afora. A partir dessa necessidade, o presente estudo tem o desígnio de identificar e analisar a produção científica internacional entre os anos de 2001 até 2023 sobre o tema, apresentando quais são as áreas territoriais internacionais (exceto o Brasil) onde se concentram o maior número de pesquisas científicas referentes à temática e os tipos de métodos ou abordagens envolvendo técnicas geoprocessamento.

Opta-se por essa exclusão do território brasileiro por considerarmos que, em termos nacionais, já conhecemos os panoramas e tendências de pesquisa nessa área, através do estudo de Araújo, Ferreira e Abreu (2008), que demonstrou uma revisão bibliográfica sobre o mesmo tema, mas permeando apenas publicações do Brasil. Portanto observa-se a necessidade de uma visão mais ampla sobre o tema, com novos modelos e métodos de pesquisa nessa área produzidos fora do nosso país, pois

esses trabalhos podem servir como base para replicabilidade e adaptação a contextos geográficos distintos no Brasil.

É possível obter esses conhecimentos através de artigos de diversas revistas científicas, formadas por uma grande rede de colaboração mundial, mas, para tanto, é fundamental que os cientistas e pesquisadores tenham acesso aos trabalhos uns dos outros. A construção do conhecimento científico não pode terminar com a publicação de um artigo, ela deve chegar a pessoas comuns, a profissionais da área que possam aplicar, validar e replicar ou não esse conhecimento. Nesse sentido, a busca por trabalhos referentes a um determinado tema, a pesquisa bibliográfica é um dos passos mais importantes na construção de um conhecimento científico (Gil, 2008). Esta busca por artigos relacionados a uma área ou tema de interesse definido, permitirá ao pesquisador identificar o que tem de mais atual, encontrar metodologias que podem ser testadas, reaplicadas e adaptadas, e identificar lacunas de pesquisa que podem ser desenvolvidas e investigadas.

Como alternativa ao processo de pesquisa subjetiva característico da pesquisa bibliográfica tradicional (revisão narrativa), temos a sistematização de literatura de abordagem qualitativa chamada revisão sistemática, caracterizada por uma revisão mais rigorosa e transparente, utilizada com maior frequência devido a sua exatidão (Cordeiro *et al.*, 2007). Além disso, uma pesquisa sistematizada evita que o levantamento bibliográfico permaneça apenas entre trabalhos já conhecidos pelo pesquisador, ampliando o leque de referências ao qual os interessados pelo tema terão acesso, construindo, assim, uma visão mais ampla de diferentes lugares onde estão sendo desenvolvidos trabalhos de mapeamento da dengue, identificando metodologias que podem ser testadas, replicadas e adaptadas ao contexto do estudo. Conforme Chueke e Amatucci (2022), a revisão sistemática de literatura (qualitativa), a bibliometria e a metanálise (quantitativas) são os principais métodos utilizados. Neste trabalho empregamos a abordagem da revisão sistemática.

Hoje, apesar do processo de mercantilização da ciência, o que limita o acesso a muitos bancos de dados excelentes, ainda temos diversos bancos de dados gratuitos,

onde, com acesso à internet, qualquer pessoa pode acessar. Ele é uma ferramenta que ajuda neste processo de encontro de pesquisas pertinentes à diversas áreas e de diversos países, uma contribuição que vai além das fronteiras.

Espera-se que este estudo possa facilitar e agilizar as revisões bibliográficas trazendo mais referências de metodologias em que se utilizam de ferramentas de geoprocessamento e que possuem potencial de contribuir na área da saúde além de uma compreensão do fenômeno mais ampla do que a local (brasileira).

1.1 Entendendo o tema de estudo: análise espacial da dengue

A Dengue é uma das doenças zoonóticas consideradas hoje como um problema crescente de saúde pública mundial, principalmente no sentido de apresentar grande dificuldade de controle e erradicação, e por sua abrangência geográfica, estando distribuída em diferentes países e territórios ao redor do mundo (Maciel; Siqueira Júnior; Martelli, 2008).

Muitos pesquisadores, de diversas áreas do conhecimento, tentam compreender esse fenômeno pelos aspectos particulares de suas áreas. Hoje, temos o reconhecimento de que, apesar de ser um vetor (mosquito com o vírus) que se concentra nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, sua reprodução e incidência podem estar correlacionadas a fatores socioeconômicos e ambientais de uma determinada área geográfica (Almeida, 2016). Ou seja, é indispensável realizar uma análise espacial capaz de mensurar propriedades e relacionamentos considerando a localização espacial do fenômeno, o que é um papel importante da ciência geográfica (Druck *et al.*, 2004).

Nesta busca uma questão se impõe: a área territorial do tema das pesquisas relacionadas à dengue. Nesse sentido, é importante ter uma visão mais ampla da dimensão da produção científica sobre as análises espaciais desta doença em termos mundiais, a partir do que está sendo produzido em termos de pesquisa científica em outros países e territórios além de uma busca por novas metodologias a serem desenvolvidas e aplicadas.

A Dengue é hoje motivo de alerta mundial, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2023), a incidência global da dengue aumentou acentuadamente nas últimas duas décadas, resultando em um máximo histórico de mais de 5 milhões de casos notificados em mais de 80 países e territórios, abrangendo cinco regiões da Organização Mundial da Saúde, como África, Américas, Sudeste Asiático, Regiões do Pacífico Ocidental e do Mediterrâneo Oriental (até o início de 2023). Deste total de casos, aproximadamente 4 milhões foram notificados na Região das Américas. Vale lembrar que estes números são uma subestimação, uma vez que a maioria das infecções primárias são assintomáticas e a notificação não é obrigatória em muitos países (Organização Mundial de Saúde, 2023). Considerando a importância do tema e da gravidade da doença, existem numerosas publicações acessíveis online, de diversos tipos, sem contar aquelas que não estão disponíveis eletronicamente em rede mundial de internet. São trabalhos científicos ligados sobretudo a epidemiologia, a bioestatística, a biologia, a ecologia, a virologia do mosquito transmissor, entre outros. No entanto, é mais difícil encontrar artigos que contenham uma análise espacial da dengue no campo da Geografia da Saúde, ou enquadrados nesta área científica.

Contrastando com o contexto brasileiro, até meados de 2008, conforme Araújo, Ferreira e Abreu (2008), os estudos de espacialização da dengue no Brasil ainda subutilizavam as ferramentas de geoprocessamento, e, quando as utilizavam, aplicavam apenas técnicas de georreferenciamento ou a geocodificação dos casos para compreender a distribuição espacial dos dados. Esses procedimentos utilizados são uma das primeiras etapas do processo de análise espacial, que consiste em estabelecer métodos genéricos de análise exploratória e visualização dos dados, usualmente através de mapas (Carvalho; Pina; Santos, 2000).

A análise espacial é o conjunto de procedimentos encadeados cuja finalidade é a escolha de um modelo inferencial que considere de forma clara, os relacionamentos espaciais presentes no fenômeno (Druck *et al.*, 2004). É um recurso utilizado não apenas na ciência geográfica, mas, também em outras áreas, como se evidenciou durante a pandemia de Covid-19, com o uso de Sistema de Informações Geográficas (SIG), para

monitoramento do vírus em diferentes escalas geográficas de abrangência (Cardoso *et al.*, 2020). Os resultados dessas análises eram acessados por um grande número de pessoas no mundo todo, em tempo real, em conformidade com um banco de dados atualizado diariamente, auxiliando, assim, nas estratégias e ações de saúde pública. Para tanto foi preciso o conhecimento dos diversos modelos inferenciais que oferecem melhor suporte para os dados para uma correta análise espacial. A análise espacial permite realizar várias leituras do problema, analisar diversas variáveis, subsidiando o gerenciamento de diversas crises relacionadas à saúde (Cardoso *et al.*, 2020).

1.2 Sistematização (ou revisão) de literatura

A revisão de literatura é o primeiro passo para a construção do conhecimento científico pois a partir da aplicação de seus métodos têm-se uma visão mais aprofundada sobre o tema bem como das lacunas a serem investigadas (Botelho; Cunha; Macedo, 2011). Sua metodologia e estrutura buscam identificar, selecionar, avaliar e sintetizar uma amostra de estudos científicos produzidos em um campo de conhecimento e em um período determinado, evitando vieses no resultado (Chueke; Amatucci, 2015). Os quatro principais tipos de revisão de literatura mais utilizados nas pesquisas científicas são: a narrativa, a integrativa, a bibliométrica e a sistemática, cada uma com suas etapas características, objetivando cumprir com suas próprias premissas metodológicas (Botelho; Cunha; Macedo, 2011).

Dentre eles, a revisão sistemática é caracterizada por seu caráter qualitativo, pela contribuição de sintetizar as descobertas mais recentes e por posicionar uma pesquisa em relação ao debate acadêmico situando os autores (Chueke; Amatucci, 2015). É um método que visa condensar e filtrar a multiplicidade de estudos bibliográficos (primários) ligados à temática da pesquisa, portanto, necessita de um protocolo estruturado, com a descrição de todas as etapas de coleta, critérios de inclusão e exclusão utilizados, qualificação e análise dos resultados (Cordeiro *et al.*, 2007). De forma geral, podemos resumir nas seguintes etapas: (a) definição de uma pergunta de pesquisa, especificação da população e da intervenção de interesse; (b)

busca por evidências, como por exemplo fontes de pesquisa, palavras-chave, banco de dados, entre outros; (c) revisão e seleção dos estudos; (d) análise metodológica dos estudos, e por último, (e) análise dos resultados (Sampaio; Mancini, 2007). Ao Realizar essas etapas corretamente, o resultado certamente norteará o desenvolvimento de novas investigações e métodos de pesquisa relacionados ao tema (Sampaio; Mancini, 2007). Destaca-se o fato de que a forma de segmentar esses procedimentos (etapas) varia de autor para autor; o importante é que todos ofereçam uma descrição rigorosa dessas etapas. Os resultados dos estudos baseados nesse método qualitativo também podem ser integrados com outros métodos de análise, sobretudo quantitativos, como a bibliometria ou a meta-análise (Castro, 2001).

2 METODOLOGIA

Conforme o passo a passo da sistematização, foi definida a pergunta norteadora dessa pesquisa, um passo muito importante uma vez que questões mal formuladas podem conduzir a decisões confusas sobre o que incluir na revisão posteriormente. Parte-se da questão: Em termos de produção científica, quais são os principais autores, trabalhos, métodos e escalas referentes ao tema análise espacial da dengue, no mundo?

O segundo passo ou etapa, foi escolher as bases de dados (databases) indexadas, ou seja, páginas eletrônicas onde são compilados ou indexados diversos trabalhos científicos. Afinal, encontrar publicações pertinentes à área de pesquisa de forma individual é um processo muito subjetivo e demorado ainda mais quando o tema ou área de pesquisa ainda não se popularizou, possuindo poucas pesquisas. Existem diversas bases de dados, cada uma com um enfoque, área de concentração e suas peculiaridades. Nesse estudo foi trabalhado apenas com a base de dados Scopus®, mas existem outras como Web of Knowledge®, Ebsco®, Scielo®, Wiley®, Compendex®, Emerald®, entre outras. A escolha Scopus® deve-se ao fato de sua inteligência na indexação de artigos, sua interdisciplinaridade, e por publicar apenas a versão final dos artigos (Ferenhof; Fernandes, 2016). Além disso é uma das bases de maior impacto acadêmico em nível internacional (Powell; Peterson, 2017; Trajta; Tramkova; Kruzlik, 2017).

A busca por uma base de dados é uma etapa importante, e deve-se ficar atento que quanto maior é a quantidade de bases analisadas melhor vai ser a exatidão da sistemática. Embora nesse estudo foi utilizado apenas a base da Scopus® sugere-se que seja levantado dados de uma maior quantidade de databases. Esta, portanto, é uma revisão rápida, o que não a desqualifica, pois, seu delineamento segue a metodologia baseada em critérios de elegibilidade pré-definidos e descritores que selecionam documentos através de um banco de dados muito farto de pesquisas relacionadas ao tema em diversas subáreas.

Uma vez escolhida as bases, passa-se para a definição da estratégia de busca exploratória (a partir da seleção de termos), também conhecida como descritores construídos com palavras-chave e operadores Booleanos como AND, NOT, OR. Definiu-se as palavras-chave do tema de pesquisa baseado nos principais sinônimos relacionando dengue a mapeamentos, tais como: dengue, análise espacial, geoprocessamento, sistema de informação geográfica, análise espacial e distribuição espacial (escritas em língua inglesa), e a utilização de operadores lógicos para a junção de palavras e/ou sentenças como AND e OR. Nessa etapa uma opção é ir testando quais as palavras chaves estão mais alinhadas a pesquisa. Conforme a Tabela 2, na busca, optou-se por título de artigo, resumo e palavras-chave (Article title, Abstract, Keywords). Em documentos a pesquisar (*Search within*), foram utilizados os descritores (em letra minúscula): "dengue*" AND "mapping*", "dengue" AND "geoprocessing*", "dengue*" AND "spatial analysis*", "dengue*" AND "geographic information system*","dengue*" AND "spatial distribution*". Esses descritores são os principais utilizados referente a temática, conforme Araújo, Ferreira e Abreu (2008). Prossegue-se procurando cada uma das duas sentenças respectivamente (que é representado pelas aspas), utilizando o operador lógico (AND). O caractere (*) serve como coringa, permitindo que a palavra possa ser completada por outros termos.

Maior clareza desta forma.. Os filtros aplicados foram o ano (*year*) de 2001 a 2023, sendo que para alguns descritores não havia esse intervalo, deste modo optou-se por utilizar o período automático que já existia, como aconteceu com o descritor

"dengue*" AND "geoprocessing*", onde o intervalo de tempo dos artigos (*year*) poderia ser apenas dos anos de 2008 a 2020. Foram selecionados como filtros também todos os países e territórios, e o tipo de documento artigo, conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Descritores, número de artigos e filtros utilizados referente a todos os países e territórios:

Número de artigos encontrados	Pesquisar documentos (Descritores)	Filtro	
		Ano	Tipo de documento
11	"dengue*" AND "geoprocessing"	2008-2020	Artigo
388	"dengue*" AND "spatial analysis"	2001-2023	Artigo
319	"dengue*" AND "geographic information system"	2001-2023	Artigo
779	"dengue*" AND "mapping"	2001-2023	Artigo

Fonte: Pesquisa realizada na Scopus® em 23 de outubro de 2023 às 14 horas

Como o objetivo da pesquisa é apenas artigos internacionais, foram desconsiderados (exceto) os artigos do Brasil (Quadro 2). Foram utilizados os mesmos filtros usados anteriormente, e como o esperado, o número de artigos diminuiu consideravelmente, conforme podemos visualizar no Quadro 2.

Quadro 2 – Número de artigos conforme os descritores, exceto os do Brasil

Nº de artigos	Descritores	Período
2	"dengue*" AND "geoprocessing"	2016-2019
248	"dengue*" AND "spatial analysis"	2001-2023
207	"dengue*" AND "geographic information system"	2001-2023
580	"dengue*" AND "mapping"	2001-2023

Fonte: Pesquisa realizada no Scopus® em 23 de outubro de 2023 às 15 horas

Após uma breve leitura dos resumos e palavras chave dos artigos resultantes dessa filtragem é possível certificar se as palavras-chave da pesquisa estão alinhadas e, captar novas palavras-chaves e inclui-las na pesquisa por meio do operador lógico

(OR). Aplicou-se então, uma união dos descritores, assim: *"dengue*"* AND *"mapping*"* OR *"geoprocessing*"* OR *"spatial analysis*"* OR *"geographic information system*"*, e obteve-se 673 artigos.

Com o objetivo de filtrar ainda mais essa busca, adicionamos os filtros por área de estudo (limitado a): Ciência Ambiental e Multidisciplinar. No período de 2001 a 2023. Ainda, utilizando as palavras-chaves automáticas (limitado a): Dengue, Análise espacial, *Aedes aegypti*, Sistema de Informações Geográficas, Mapeamento Geográfico, Geografia, Sensoriamento, Distribuição espacial, Análise Espaço Temporal. E, em linguagem do País ou Território, todos, exceto o Brasil. Ao total somou-se 164 artigos internacionais.

Na terceira etapa de revisão e seleção dos estudos, com a posse de todos os estudos a serem incluídos, são estabelecidos todos os critérios para determinar a sua qualidade e se há possibilidade de resultados possuírem vieses. Boa parte dos critérios de inclusão e exclusão de artigos foi feita com os filtros, no momento da pesquisa com os descritores no próprio Scopus®, como se prossegue até aqui. A escolha do período de coleta dos dados correspondente aos anos de 2001 a 2023, justifica-se pelo fato que, em 2001 ocorreu um auge de notificações de dengue para a Organização Mundial da Saúde, concentrando maior número no Sudeste Asiático, Pacífico Ocidental e nas Américas (Maciel, Siqueira Júnior, Martelli, 2008). Porém para um melhor rigor científico foi necessário filtrar ainda mais, então, foi realizado a leitura exploratória dos títulos e resumos de todos os 164 artigos. Escolheu-se como critério de admissão aqueles artigos que, (a) apresentavam em seus resumos algum tipo de análise espacial relacionando a dengue a aspectos geográficos da população ou meio ambiente, (b) aqueles que utilizavam alguma ferramenta de Informação Geográfica e aqueles que apresentavam algum método geoestatístico ou abordagem espacial no tratamento dos dados.

Nessas leituras, observou-se já nos títulos dos artigos que o termo *"mapping"* estava presente na maioria dos títulos e resumos, porém, associados ao sentido de mapeamento de sequência genética, sequência etiológica dos vetores e mapeamento entre proteínas do vírus e não no sentido de espacialização de alguma variável relacionada à dengue. O sentido do termo *"spatial analysis"* também havia

significância de análise de conteúdo no geral, não espacial. Portanto, foi necessário excluir manualmente os artigos no próprio Scopus®. Foram excluídos esses artigos que tratavam de mapeamento genético, casos clínicos, entre outros, deixando apenas aqueles que tinham uma relação intrínseca com o tema.

Na última etapa, para identificação da variedade de artigos envolvendo diversas escalas de abrangência e os respectivos países e territórios, ou áreas que apresentavam maior número de trabalhos, foi utilizado o Excel, software de planilhas eletrônicas, para organizar os resultados. A leitura dos títulos e resumos de forma sistemática, resultou em um total de 71 artigos que atendiam aos critérios de admissão.

A partir da revisão manual, foram identificados os métodos específicos de análise espacial, os países ou territórios analisados e as escalas geográficas de abrangência utilizadas nos estudos. Esses aspectos estão detalhados e quantificados nos resultados desta pesquisa.

3 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A revisão realizada apontou que grande parte dos artigos utilizava alguma técnica de geoprocessamento ou modelo de inferência para a análise espacial da dengue em diferentes contextos geográficos. Dos métodos que se destacam na abordagem da análise espacial da dengue em suas múltiplas escalas, estão o Sistema de Informação Geográfica (SIG), o Índice de Moran, o modelo de Regressão Geograficamente Ponderada (RGP) e a Densidade de Kernel, como foi constatado em diversos artigos revisados. Aqueles autores que não apresentavam esses métodos em seus resumos, utilizavam dados resultantes de análises espaciais já realizadas para fundamentar alguma questão sobre um determinado aspecto da dengue. Em síntese, estes métodos ou técnicas de análise espacial são eficazes por algumas de suas funções principais como: o SIG é amplamente utilizado devido à sua capacidade de integrar dados geográficos e temporais, permitindo análises visuais e interpretativas em mapas de grande utilidade na saúde pública (Cardoso *et al.*, 2020). Já o Índice de Moran facilita identificar padrões espaciais de autocorrelação, e a localização de “hotspots” de dengue (Druck *et al.*, 2004).

A Densidade de Kernel é útil para mapear a intensidade de casos em áreas específicas, enquanto Regressão Geograficamente Ponderada é aplicada para modelar a relação entre variáveis espaciais e prever a ocorrência de surtos em função de variáveis ambientais e socioeconômicas (Fotheringham *et al.*, 2000).

Na filtragem manual, foram lidos os títulos e resumos de todos os 164 artigos. Deste total, foram contabilizados e utilizados para esta análise apenas 71 artigos que apresentavam algum tipo de espacialização relacionando a dengue com aspectos geográficos da população ou do meio ambiente, utilizando algum Sistema de Informação Geográfica (SIG), o uso de interpoladores espaciais ou algum método geoestatístico, em uma determinada escala geográfica de abrangência (Quadro 3). Ou seja, não foram contabilizados aqueles que não apresentavam uma escala geográfica de abrangência ou estavam relacionados à discussão de algum fator relacionado a dengue fora do contexto de análise espacial. Destes 71 artigos, 20 mencionaram a utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), não mencionando o software (exceto um que citou o ArcGIS), e cuja organização é composta por modelos geo-relacionais para o tratamento computacional dos dados geográficos. O uso do SIG como suporte de análises espaciais permite trabalhar com uma diversidade de dados de diferentes fenômenos da superfície terrestre, que é heterogênea e que se transforma constantemente ao longo do tempo (Cardoso *et. al*, 2020). Neste caso, os desafios de análise espacial identificados nos resumos dos artigos, lidam basicamente com três tipos de dados, os ambientais (climáticos), socioeconômicos (populacionais, habitacionais, perfil econômico e acesso a serviços), e de fluxos (rede de transportes e deslocamento do vetor). São, sobretudo, estudos de prevenção, de cunho preditivo e de risco. Os outros 51 artigos (do total de 71), declararam utilizar apenas de métodos e modelos inferenciais estatísticos ou interpoladores geoestatísticos que melhor solucionavam o problema de estudo, tais como o Modelo Bayesiano, o Índice de Moran, a Densidade de Kernel, Modelo de Poisson, Regressão Geograficamente Ponderada, entre outros em menor número (Quadro 3). O modelo estatístico de Regressão Geograficamente

Ponderada (RGP), citado em dois dos artigos, é muito utilizado na descrição e predição de fenômenos geográficos (Fotheringham; Charlton; Brusdon, 2000).

Quanto à utilização de métodos de análise multicritério, foram encontrados com maior frequência em artigos de 7 países distintos (Quadro 3), mas não estavam explícitos qual o tipo, podendo ser diverso, o único citado foi o AHP (*Analytic Hierarchy Process*). O método AHP é um método de apoio a tomada de decisão em situações que envolvem mais de um critério qualitativo, quantitativo ou ambos, muito utilizado atualmente (Cereda Junior, 2011). Muito útil em casos como a análise da dengue onde múltiplas variáveis ou critérios estão envolvidos.

Comparando diferentes métodos, a Regressão Geográfica Ponderada e o modelo Bayesiano destacam-se para análises preditivas, enquanto o método de Análise Hierárquica (AHP) é preferido para estudos multicritério que envolvem variáveis ambientais e socioeconômicas. Em situações onde há alta variabilidade de dados ou diferentes critérios qualitativos e quantitativos, o AHP mostra-se ideal pela estrutura de decisão hierárquica, comum em estudos de risco e vulnerabilidade à dengue (Cereda Junior, 2011).

Ressalta-se que foram contabilizados também aqueles artigos cujos resumos não apresentavam descrição completa dos métodos e modelos de análise espacial (observe que na tabela alguns não apresentam informações sobre o método e abordagem), pois, apesar de o resumo estar incompleto, a descrição poderia estar no corpo dos artigos (não foi conferido), indicando a possibilidade de utilização de tais métodos e modelos.

Foram encontradas 68 pesquisas indexadas referentes a 23 países e seus respectivos distritos, regiões ou cidades, situadas nas pesquisas como áreas de estudo e uso de procedimentos de análise espacial da dengue. Malásia, Indonésia, China, Índia, Paquistão e Tailândia foram os países com maior número de artigos referente a temática em seus territórios, num intervalo de 5 a 8 artigos, coincidindo em parte, com os países que apresentam um dos maiores números de pesquisas científicas a nível mundial. Conforme as análises divulgadas pelo relatório da Elsevier-Bori (2023), a China, Estados Unidos, Índia e Reino Unido são os países com maior produção científica mundial, porém é a China e a

Índia que apresentaram crescimento significativo em 2022. Segundo o mesmo relatório, países como Iraque, Arábia Saudita e Emirados Árabes Unidos, tiveram um aumento na produção científica mundial de 20% nos anos de 2021 para 2022.

Essa quantidade de publicações mostra apenas uma das dimensões das atividades vinculadas à divulgação e popularização da ciência, significando que a dengue tem grande chance de ser um tema de interesse estratégico para esses países ou territórios como também, a preocupação desses cientistas quanto a investigar e desenvolver formas de melhorar a situação da dengue no país ou território, mas não deve ser analisada apenas por esta dimensão, e sim correlacionadas com diversos indicadores relacionados às políticas de Estado para ciência e tecnologia. Outra ressalva é que não podemos fazer uma ligação estreita de uma pesquisa que um autor disponibiliza em um banco de dados como a Scopus® que foi publicada em uma determinada língua, com seu território ou país de fato, por vários motivos, entre eles o fato de que no meio científico existe muita colaboração entre autores de diferentes países, que se unem para publicar estudos cujas temáticas se alinham, outros submetem artigos em uma língua diferente por protocolo de revistas ou instituição de pesquisa.

Conforme a Organização Mundial de Saúde (2023) as regiões das Américas, do Sudeste Asiático e do Pacífico Ocidental são as mais gravemente afetadas, e de acordo com este estudo, também são as regiões que apresentam um maior número de pesquisas sobre a Dengue, exceto as regiões da América do Norte e do Afeganistão, o qual foi intensamente afetado pela dengue em 2019, como também pela guerra, descartando assim, a possibilidade de atenção à pesquisa. Os países Bangladesh, Malásia, Filipinas e Vietnã, na Ásia, também registraram um elevado número de casos notificados de dengue, bem como ao menos uma pesquisa referente a temática em seus territórios, como podemos visualizar no Quadro 3. A partir de 2021 a dengue continua a afetar com maior intensidade os países e ilhas tais como o Brasil, Colômbia, Ilhas Cook, Fiji, Índia, Quênia, Paraguai, Peru, Filipinas, Ilhas Reunião e o Vietnã (OMS, 2023). Destes Colômbia, Índia e Filipinas, apresentaram artigos de estudos em seus territórios identificados na pesquisa.

Esta variedade da escala geográfica de abrangência evidencia que a dengue é um fenômeno multiescala, ou seja, não restrito a uma única unidade de análise. E em cada escala, a depender da disponibilidade dos dados, aplica-se métodos distintos, constituídos por técnicas de geoprocessamento e modelos inferenciais muito variáveis para a análise espacial.

Quadro 3 – Características de espacialização da dengue em outros países (exceto Brasil)

Continua

PAÍS/TERRITÓRIO	ESCALA GEOGRÁFICA DE ABANGÊNCIA E NÚMERO DE ARTIGOS	INFORMAÇÕES SOBRE O MÉTODO E ABORDAGENS DE ANÁLISE ESPACIAL UTILIZADOS.	TOTAL
TAIWAN	Território Nacional (3)	Risco de saúde ambiental, fatores ligados ao clima (precipitação e temperatura) e o uso de SIG.	4
	Cidade de Taiwan (1)		
TAILÂNDIA	Território Nacional (3)	Análise espacial utilizando SIG e web GIS.	5
	Cidade de Bangkok (1), Chachoengsao (1)		
PAQUISTÃO	Território Nacional (4)	Utilização do Método de decisão multicritério (Método de Análise Hierárquica) e método dos mínimos quadrados.	5
	Islambad (1)		
ÍNDIA	Território Nacional (1)	Método de decisão multicritério e utilização de software de mapeamento GIS e Web GIS. Fluxos de transporte, variável determinante.	5
	Calcutá (1), Punjab (2), Delhi (1)		
MALÁSIA	Península (4)	Análise dos fatores de risco espaciais e vulnerabilidade. Utilização de sensoriamento remoto e definição de parâmetros ambientais. Objetivo de prevenção e identificação da distribuição direcional.	8
	Johor (1), Kuala Lumpur (1), Seremban (1), Subang Jaya (1).		
INDONÉSIA	Território Nacional (1)	Georreferenciamento, abordagem bayesiana para inferência estatística, estimativa de densidade por Kernel (análise ambiental), previsão de riscos, análise de incidentes de dengue.	6
	Java (1), Makassar (1), Purwosani (1), Salatinga (Java Central)(1), Boné Regency(1).		
AUSTRÁLIA	Território Nacional (0)	Utilização de SIG e do modelo bayesiano. Utilização de variáveis associadas a fatores econômicos.	4
	Queensland (4)		
COLÔMBIA	Território Nacional (1)	Georreferenciamento (dos casos), uso de imagens de satélite, variáveis ambientais. Utilização da análise de Regressão Geograficamente Ponderada.	4
	Vale do Aburra (1), Cali (1), Medellin (1)		
CHINA	Território nacional (2)	Modelo regressivo espacial Abordagem bayesiana, Índice de Moran.	5
	Província de Guang Dang (2), Guang Zhou (1)	Método da análise de correlação cruzada destendenciada (Detrended Cross Correlation Analysis).	

Quadro 3 – Características de espacialização da dengue em outros países (exceto Brasil)
Conclusão

PAÍS/TERRITÓRIO	ESCALA GEOGRÁFICA DE ABANGÊNCIA E NÚMERO DE ARTIGOS	INFORMAÇÕES SOBRE O MÉTODO E ABORDAGENS DE ANÁLISE ESPACIAL UTILIZADOS.	TOTAL
ARÁBIA SAUDITA	Território nacional (2)	Método Delphi para previsões. Utilização da análise de Regressão Geograficamente Ponderada, uso de imagens de satélite. Utilização de variáveis socioeconômicas.	3
	Jeddah (1)		
BANGADESH	Território nacional (1)	Utilização do Sensoriamento Remoto, análise da densidade vetorial e Índice de Moran.	2
	Daca (1).		
ARGENTINA	Território Nacional (2)	Utilização de imagens de satélite, do modelo de Correlação de Pearson, e de Spearman no caso do território nacional. Georreferenciamento dos casos.	3
	Córdoba (1)		
HONG KONG	Cidade de Hong Kong (1)	Método de decisão multicritério.	1
IRÃ	Território Nacional (1)	Método de decisão multicritério (Método de Análise Hierárquica).	1
LAOS	Território Nacional (1)	Método de decisão multicritério.	1
WAVAI	Território Nacional (1)	Método de decisão multicritério.	1
NICARÁGUA	Cidade de Manágua (1)	Análise espacial dos mapas apenas.	1
MÉXICO	Território Nacional (1)	Sistema nacional baseado em web para vigilância e controle da dengue.	1
SRI LANKA	Território Nacional (1)	Avaliação baseada em GIS para previsão de surtos, análises das influências temporais.	2
	Distrito de Kalatura (1)		
EQUADOR	Guayaquil (1)	Georreferenciamento e Método de Decisão Multicritério.	1
VIETÃ	Delta do rio Mekong (1). Região central do Vietã (1).	Utilização de Espectroscopia por Imageamento – Sensoriamento Remoto. Variável climática (precipitação).	2
BARBADOS, CARIBE E AMÉRICA LATINA	Barbados (1), Caribe e América Latina (1)	Utilização do método da análise de correlação cruzada destendenciada (DCCA). Utilização de variáveis climáticas e temporais.	2
SAMARITA	Área de Air Putih (1).	Utilização do Índice Global de Moran.	1
ÁFRICA	Continente (1)	Utilização do complemento do ArcGis chamado Radictive analysis Toolset Patools), para análise de cunho preditivo e de risco.	1
EUROPA	Continente (2)	Análise espacial de mapas.	2

A partir da análise automática da página e das informações do autor fornecidas pelo autor à mesma (Scopus®, 2023), os autores que apresentaram maior número (quantidade) de artigos são três, Wenbiao Hu, da Universidade de Tecnologia de Queensland, em Brisbane (Austrália), Shilu Tong, do Centro Chinês de Controle e Prevenção de Doenças, em Pequim(China), e Hilary Jane Bambrick, da Universidade

Nacional Australiana, em Camberra (Austrália). Ambos os autores são da área da epidemiologia, e, no geral, suas pesquisas referem-se não apenas ao vírus da dengue, mas outros vírus e arboviroses, correlacionando-os com o impacto das variáveis do clima (mudanças climáticas) no aumento de doenças e o impacto sobre a população. Como diferencial estes autores utilizam algumas técnicas de geoprocessamento ou modelo de inferência para a análise espacial dos fenômenos, corroborando que é possível a união das áreas de geoprocessamento, saúde e ambiente.

Cabe advertir que, devido as alterações e crescente número de artigos que são acrescentados na Scopus®, o número de publicações tendem a aumentar, bem como a surgirem novos autores e trabalhos relacionados a essa temática, por isso, é importante ficar atento ao período de coleta de tais dados para replicabilidade desse estudo. Uma possibilidade de estudo rápido usando a base de dado Scopus®, é a realização do download em lote dos artigos sobre determinado assunto (um descritor simples, com no máximo duas palavras-chave por exemplo), e a partir dessa filtragem, fazer uma análise mais incisiva, permitindo devolver pesquisas com mais agilidade e praticidade.

CONCLUSÕES

A revisão sistemática realizada neste estudo aprofunda a compreensão sobre o uso da análise espacial e seus métodos no controle da dengue em nível internacional. Ao identificar os métodos aplicados em diferentes países, predominantemente asiáticos, e em diversos contextos e escalas geográficas, esta revisão oferece subsídios para a adaptação e replicação dessas abordagens no cenário brasileiro, ampliando o leque de estratégias para o enfrentamento da doença. Os resultados são valiosos tanto para gestores envolvidos no controle de vetores quanto para pesquisadores interessados em desenvolver estudos nessa área.

Os resultados obtidos também apontam para a relevância da análise espacial no entendimento de fenômenos de saúde pública, especialmente no caso da dengue, evidenciando sua aplicabilidade em diversas escalas geográficas. Esta abordagem fornece subsídios valiosos para a implementação de estratégias preventivas e

preditivas, apoiando a tomada de decisões no gerenciamento de crises de saúde, como endemias e pandemias.

Em suma, a análise sistemática aqui apresentada reforça a importância da interdisciplinaridade entre geografia, saúde e tecnologia, mostrando-se essencial para o avanço científico no combate a doenças vetoriais no mundo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio do CNPq.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. A. P. **Análise geoespacial dos casos de dengue e sua relação com os fatores socioambientais nos municípios de João Pessoa, Cabedelo e Bayeux**. 2016. 117p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

ARAÚJO, J. R.; FERREIRA, E. F.; ABREU, M. E. N. Guimarães de. **Revisão Sistemática sobre estudos de especialização da dengue no Brasil**. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 2008.

BOTELHO L. L. R.; CUNHA C. C. A.; MACEDO. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. *Gest. Soc.*, 2011. v. 5, n. 11, p. 121-36.

CARDOSO, P. V. *et al.* **A importância da análise espacial para tomada de decisão: um olhar sobre a pandemia de Covid-19**. *Rev. Tamoios*, São Gonçalo, v. 16, n. Especial Covid-19. p. 125-137, 2020.

CARVALHO, M. S.; PINA, M. F.; SANTOS, S. M. **Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia Aplicados a Saúde**. Brasília: Organização Panamericana de Saúde (Ministério da Saúde), 2000.

CASTRO, A. A. (2001). Revisão sistemática e meta-análise. *In*: S. Goldenberg, Guimarães C. A., A. A. Castro (Eds.). **Elaboração e apresentação de comunicação científica**. São Paulo: Metodologia.org, 2001. p. 5-9.

CEREDA JUNIOR, A. **Análise de fragilidade ambiental com métodos multicritério: críticas e proposta metodológica**. 2011. 147 p. Tese (Doutorado em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

CHUEKE, G. V.; AMATUCCI, M. Métodos de sistematização de literatura em estudos científicos: bibliometria, meta-análise e revisão sistemática. *Revista Eletrônica de Negócios Internacionais*, Universidade de São Paulo, v. 17, n. 2, p. 284-292, 2022. Disponível em: <http://internext.espm.br>. Acesso em: 22 nov. 2023.

CORDEIRO, A. M. *et al.* Revisão sistemática: Uma revisão narrativa. **Revista de Comunicação Científica do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 6, p. 428-431, 2007. Disponível em URL: <http://www.scielo.br/rcbc>. Acesso em: 23 dez. 2023.

DRUCK, S. *et al.* **Análise Espacial de Dados Geográficos. Embrapa**: Brasília, 2004. Disponível em: <https://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/index.html>. Acesso em: 23 dez. 2023.

ELSEVIER-BORI. **Análise da produção científica de 1996-2022: queda inédita no número de artigos científicos do Brasil**. Online: Elsevier-Bori, 2023. (Relatório técnico). Disponível em: <https://abori.com.br/publicacoes/>. Acesso em: 12 fev. 2024.

FERENHOF, H. A. ; FERNANDES, R. F. Desmistificando a revisão de literatura como base para redação científica: **Método SSF. Revista ACB**, Florianópolis, v. 21, n. 3, p. 550-563, 2016.

FILHA, L. G. F. ; SOUZA, A. M. DE PAULA. Evolução da Dengue no mundo. *Gestão & Tecnologia*, Goiânia, v. 8, n. 28, p. 33-50, 2019.

FOTHERINGHAM, A. S.; BRUNSDON, C. ; CHARLTON. **Quantitative geography: Perspectives on spatial data analysis**. London: Sage, 2000.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo**: Atlas, 2008.

INSTITUTO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ). **Dengue**: vírus e vetor, longa trajetória. Texto Eletrônico: IOC, 2023. Disponível em: <https://www.ioc.fiocruz.br/dengue/textos/longatraje.html>. Acesso em: 13 de out. 2023.

MACIEL, I. J.; SIQUEIRA JÚNIOR, J. B.; MARTELLI, C. M. T. Epidemiologia e desafios no controle do dengue. **Revista de Patologia Tropical (Journal of Tropical Pathology)**, Goiânia, v. 37, n. 2, p. 111-130, 2008. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/iptsp/article/view/4998>. Acesso em: 14 dez. 2023.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS). Dengue e dengue grave. **World Health Organization**, 2023. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>. Acesso em: 27 nov. 2023.

POWELL, K. R., PETERSON, S. R. Coverage and quality: A comparison of Web of Science and Scopus databases for reporting faculty nursing publication metrics. **Nursing outlook, [S.l.]**, v. 65, n. 5, p. 572-578, 2017.

SAMPAIO, R. F; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-89, 2007. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=235016477013>. Acesso em: 23 de nov. 2023.

TRAJTEL, E.; TRAMKOVA, V.; KRUZLIK, P. Journals in the field "Language and Literature" indexed in Web of Science and Scopus databases. Verification of results of the scientific research in publishing technique. **Revista X Linguae, [S.l.]**, v. 10, n. 4, p. 245-249, 2017.

Contribuições de autoria

1 – Júlia Finkler

Universidade Federal de Santa Maria, Graduada em Geografia

<https://orcid.org/0009-0002-8978-6929> • finkler.julia@acad.ufsm.br

Contribuição: Conceituação, metodologia, curadoria de dados, escrita – primeira redação, visualização

2 – Romario Trentin

Engenheiro Ambiental, Doutor em engenharia ambiental

<https://orcid.org/0000-0002-0615-2801> • romario.trentin@ufsm.br

Contribuição: Análise Formal, metodologia, supervisão, escrita – revisão e edição, administração do projeto

Como citar este artigo

FINKLER, J.; TRENTIN, R. Análise espacial da dengue: uma sistematização de literatura. **Geografia Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, v. 28, e87140, 2024. Disponível em: 10.5902/2236499487140. Acesso em: dia mês abreviado ano.