

**PEDRO AUGUSTO DA SILVA SOARES**

**MUDANÇAS CLIMÁTICAS, ARBOVIROSES EMERGENTES NO BRASIL E  
DESAFIOS PARA A SAÚDE PÚBLICA REVISÃO DE ESCOPO**

**BRASÍLIA**

**2021**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS EM SAÚDE**

**PEDRO AUGUSTO DA SILVA SOARES**

**MUDANÇAS CLIMÁTICAS, ARBOVIROSES EMERGENTES NO BRASIL E  
DESAFIOS PARA A SAÚDE PÚBLICA REVISÃO DE ESCOPO**

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade de Brasília. Área de Concentração: Saúde coletiva. Linha de Pesquisa: Bioética.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Dirce Bellezi Guilhem  
Co-Orientador: Prof. Dr. Andre Luiz Dutra Fenner

**BRASÍLIA**

**2021**

**PEDRO AUGUSTO DA SILVA SOARES**

**MUDANÇAS CLIMÁTICAS, ARBOVIROSES EMERGENTES NO BRASIL E  
DESAFIOS PARA A SAÚDE PÚBLICA REVISÃO DE ESCOPO**

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde pelo Programa de Pós-Graduação Ciências em Saúde da Universidade de Brasília Área de Concentração: Saúde Coletiva. Linha de Pesquisa: Bioética.

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dr. Dirce Bellezi Guilhem (Presidente e membro efetivo)  
Universidade de Brasília-UNB

---

Profa. Dr. Ana Valéria Machado Mendonça (Membro efetivo)  
Universidade de Brasília-UNB

---

Profa. Dr. Juliana Wotzasek Rulli Villardi (Membro efetivo)  
Fundação Oswaldo Cruz-FIOCRUZ

---

Profa. Dr. Renata de Saldanha da Gama Gracie Corrijo (Membro suplente)  
Fundação Oswaldo Cruz-FIOCRUZ

Dedico esse trabalho a Deus e aos meus pais, Carlos Augusto Costa Soares e Josilene Ferreira da Silva, pelo apoio incondicional em todos os momentos difíceis da minha trajetória acadêmica.

## **AGRADECIMENTOS**

A minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Dra. Dirce Guilhem - Universidade de Brasília, cuja dedicação, paciência serviram como pilares de sustentação para a conclusão deste trabalho.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. André Luiz Dutra Fenner - Fiocruz/Brasília, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

A minha colega de estudo, Alice Takeuti - Universidade de Brasília, por dedicar seu tempo em me ajudar nessa caminhada tão árdua, sobre a pesquisa e os desafios.

Agradeço a todos, por incentivarem a pesquisa e servirem como exemplo para minha vida acadêmica.

## PRÓLOGO

Início falando sobre a minha trajetória profissional, que foi construída por vários desafios e obstáculos. Foi um período de pouca maturidade para decidir quais caminhos pretendia seguir e qual área dentro das ciências biológicas me chamava mais atenção.

A profissão “Biólogo” me apresentou um leque de áreas que chamaram minha atenção e oportunidades nas quais poderia me engajar. Iniciei minhas atividades como professor de séries iniciais do ensino fundamental no interior do estado do Maranhão. Posteriormente me deparei com a possibilidade de desenvolver projetos educativos e sociais para os moradores da região. Essas pessoas se encontravam em situação de vulnerabilidade caracterizada pela dificuldade na obtenção de alimentos e acesso à moradia.

Diante disso, surgiu o interesse na pesquisa com determinantes sociais, saúde e meio ambiente, com intuito de desenvolver projetos e pesquisas que se relacionassem ao tema e que passaram a fazer parte de minha trajetória profissional.

Ao iniciar a formação acadêmica na graduação de Ciências Biológicas, surgiram dúvidas sobre qual área deveria seguir. Inicialmente pensei apenas na área ambiental, mas observei que poderia interligar questões ambientais e saúde entre os meus temas de pesquisa, o que direcionou os principais aspectos com os quais eu viria a trabalhar, incluindo também os determinantes sociais.

Esses temas direcionaram minha formação de pós-graduação *lato sensu*, na qual trabalhei com aspectos Políticos de Mudanças climáticas e saúde.

Além disso, durante a pesquisa do mestrado, tive oportunidade de ser consultor conteudista no projeto ARBOCONTROL/UNB, com o papel na produção de materiais relacionados as arbovirose do Brasil.

Posteriormente, na formação *stricto sensu* tive a oportunidade de desenvolver a pesquisa de revisão de escopo sobre as “Mudanças climáticas, arbovirose emergentes no Brasil e desafios para a saúde pública”.

E, neste momento, vivo a concretização de um sonho, finalizar meu curso de pós-graduação em Ciências em saúde, o mestrado. Sou grato a Deus por minha trajetória acadêmica e profissional, que me ajudou a tornar essa pessoa que sou hoje e me moldar para se tornar uma pessoa melhor.

## RESUMO

SOARES, P. A. S. Mudanças climáticas, arboviroses emergentes no Brasil e desafios para a saúde pública: revisão de escopo. 2021 (108 páginas). Dissertação (Mestrado) – Departamento de Ciências em saúde, Faculdade de Ciências em saúde, Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

**Introdução:** Mudanças climáticas sofrem interferências das emissões atmosféricas de Gases do Efeito Estufa, sendo que essas ligações podem provocar impactos sobre as mudanças do clima na Terra. Em relação às doenças causadas por arboviroses, verificam-se associações entre mudanças climáticas e dispersão dos vetores, o que podem desencadear novos desafios para a saúde pública. **Objetivo:** Apresentar (mapear), a partir da literatura científica, um panorama sobre a relação existente entre variações climáticas e o desenvolvimento de doenças transmitidas por arboviroses no Brasil e os principais desafios da saúde pública. **Métodos e análises:** Trata-se de uma revisão de escopo, que incluiu documentos publicados no período de 10 anos nas bases de dados Pubmed, Cochrane, Scopus, Web of Science, Biblioteca Virtual em saúde BVS e Lilacs. Usou-se os descritores DecS e MesH. Além disso, foram pesquisados documentos provenientes das seguintes bases de literatura cinzenta: ProQuest, Scielo e Google Scholar. Se utilizou o PRISMA – ScR Checklist para a condução da pesquisa e apresentação dos resultados. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão através do uso do programa Rayyan QCRI, os documentos foram organizados em categorias para construção dos resultados. A pesquisa foi desenvolvida utilizando-se estratégia de busca pré-estabelecida por protocolo de revisão. As buscas foram realizadas por dois pesquisadores independentes, e após a seleção dos artigos, houve a inclusão de um terceiro pesquisador, que contribuiu para o consenso final sobre a inclusão. **Resultados:** Foi realizado o protocolo de registro na plataforma Open Science, e, em seguida, foi elaborado um artigo para submissão em periódico. Foram selecionados artigos publicados nos últimos 10 anos. Depois da avaliação e seleção, 15 estudos publicados e disponíveis nas bases de dados foram incluídos na revisão. A análise dos documentos gerou o mapeamento dos arboviroses emergentes para uma ou mais variações climáticas que são influenciadas por mudanças do clima no Brasil e o mapeamento e seleção dos artigos para discussão e análise das políticas públicas em saúde. **Conclusão:** Observou-se a existência de poucos estudos que fazem a associação de mudanças climáticas e arboviroses no Brasil, especialmente no que se trata de discutir os desafios para a saúde pública. Os estudos demonstraram a importância dos processos de modelagem para análise de associações climáticas e arboviroses, e a falta de uma vigilância em saúde integrativa entre os serviços climáticos, saúde e análise de dados, o que apresenta para os gestores, novos desafios no processo de formulação de políticas públicas em saúde. Recomenda-se uma vigilância em saúde ativa, que procure colocar em prática políticas baseadas na temática das condições climáticas, arboviroses e saúde pública. Sugere-se ainda, a criação de um sistema integrativo de vigilância em saúde das populações humanas, desenvolvimento de um sistema de alerta precoce de surto, por meio de processos de modelagem baseados em dados retrospectivos, para promover a aplicação de controle imediato em situações de crise.

**Palavras chaves:** Arboviroses. Infecções por arboviroses. Mudanças climáticas. Doenças emergentes. Saúde Pública. Brasil. Revisão de escopo.

## ABSTRACT

SOARES, P. A. S. Climate change, emerging arboviruses in Brazil and public health challenges: scope review. 2021 (108 of pages). Dissertation (Masters) – Department of Health Sciences, Faculty of Health Sciences, University of Brasília, Brasília, 2021.

**Introduction:** Climate changes are affected by atmospheric emissions of Greenhouse Gases, and these connections can cause impacts on climate change on Earth. Regarding diseases caused by arboviruses, there are associations between climate change and vector dispersion, which can trigger new challenges for public health. **Objective:** To present (map), from the scientific literature, an overview of the relationship between climatic variations and the development of diseases transmitted by arboviruses in Brazil and the main public health challenges. **Methods and analysis:** This is a scope review, which included documents published over a 10-year period in the Pubmed, Cochrane, Scopus, Web of Science, Virtual Health Library BVS and Lilacs databases. The descriptors DecS and MesH were used. In addition, documents from the following gray literature databases were searched: ProQuest, Scielo and Google Scholar. The PRISMA – ScR Checklist was used to conduct the research and present the results. After applying the inclusion and exclusion criteria using the Rayyan QCRI program, the documents were organized into categories to construct the results. The research was developed using a pre-established search strategy per review protocol. The searches were performed by two independent researchers, and after selecting the articles, a third researcher was included, who contributed to the final consensus on inclusion. **Results:** The registration protocol was carried out on the Open Science platform, and then an article was prepared for submission to journals. Articles published in the last 10 years were selected. After evaluation and selection, 15 published studies available in the databases were included in the review. The analysis of the documents generated the mapping of emerging arboviruses for one or more climatic variations that are influenced by climate change in Brazil and the mapping and selection of articles for discussion and analysis of public health policies. **Conclusion:** It was observed that there are few studies linking climate change and arboviruses in Brazil, especially when it comes to discussing the challenges for public health. The studies demonstrated the importance of modeling processes for the analysis of climate associations and arboviruses, and the lack of integrative health surveillance between climate services, health and data analysis, which presents managers with new challenges in the formulation process. of public health policies. Active health surveillance is recommended, which seeks to put into practice policies based on the theme of climatic conditions, arboviruses and public health. It is also suggested the creation of an integrative health surveillance system for human populations, the development of an early warning system for outbreaks, through modeling processes based on retrospective data, to promote the application of immediate control in situations of crisis.

**Keywords:** Arboviruses. Arbovirus infections. Climate changes. Emerging diseases. Public health. Brazil. Scope review

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Possíveis caminhos dos efeitos das mudanças climáticas sobre o homem. (15).....	20
Figura 2 – Impactos da Mudança Climática sobre a Saúde Humana: Os mecanismos. (18).....	20
Figura 3 – Estimativa da área de transmissão da dengue e localização dos surtos de dengue no Brasil no período de 2012. (21) .....	78
Figura 4 – Mapas da distribuição atual (2012) e futura (2050) do vetor da Dengue no Brasil. O mapa (A) mostra os pontos de ocorrência observados de nível de infestação urbana entre 1 e 3,9 (círculos) e superiores a 3,9 (quadrados) no Brasil; e o mapa (B) apresenta os mesmos valores para os estados do Nordeste, com maior detalhamento dos pontos agrupados. O mapa (C) mostra a adequação ambiental do <i>Aedes aegypti</i> com todos os pontos de ocorrência nas condições bioclimáticas atuais. O mapa (D) apresenta a adequação ambiental do vetor sob condições futuras (2050). E o mapa (E) mostra os hotspots de risco de surto no contexto ambiental atual; enquanto o mapa (F) mostra as áreas de surto em uma projeção futura. (23) .....	81

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Relação de precipitação e casos confirmados CHIKV 2016 à 2017. (47)	
.....	36
Gráfico 1 – Temperaturas médias e número de notificações de dengue na região do Grande ABC entre 2010 e 2013 (23).....	83

## LISTA DE QUADROS

Quadro (1) – Definição da pergunta de pesquisa a partir do Acrônimo ECLIPSE e indicação das descrições. ....	41
Quadro (2) - Base de dados consultadas para a coleta de dados. ....	42
Quadro (3) - Estratégia de busca .....	49

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Casos confirmados de CHIKV no período de 2016 à 2019. (46)..... 36

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CGVAM	Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental
COVID-19	Coronavirus disease
DeCS	Descritores em Ciências da Saúde
DSC	Doenças Sensíveis ao Clima
ENSP	Escola Nacional de Saúde Pública
FBMC	Fórum Brasileiro das Mudanças Climáticas
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
GEE	Gases de efeito estufa
ICICT	Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica de Saúde
INCT	Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC	Painel Intergovernamental das Mudanças Climáticas
MERCOSUL	Mercado comum do Sul
MeSH	Medical Subject Headings
MS	Ministério da Saúde
OMS	Organização Mundial da Saúde
OPAS	Organização Pan-americana de Saúde
PMSC	Plano Setorial da Saúde de Mitigação e Adaptação das Mudanças do Clima
PNMC	Política Nacional da Mudança do Clima
PRISMA	Systematic Reviews and Meta Analyses
RAYYAN	Intelligent Systematic Review
SIMDA	Sistema de monitoramento diário de agravos
SINVSA	Subsistema Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental
SUS	Sistema Único de Saúde
SVS	Secretaria de Vigilância em saúde

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
1.1 MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SAÚDE NO BRASIL.....	17
<b>1.1.1 Mudanças climáticas</b> .....	<b>17</b>
<b>1.1.2 Saúde Humana</b> .....	<b>18</b>
<b>1.1.3 Determinantes socioambientais</b> .....	<b>19</b>
<b>1.1.4 Políticas públicas sobre as mudanças climáticas e a situação no Brasil</b> .....	<b>21</b>
1.2 MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE A SAÚDE HUMANA NO BRASIL.....	26
<b>1.2.1 Vulnerabilidade social e mudanças climáticas</b> .....	<b>29</b>
<b>1.2.2 Vigilância Integrativa e Ativa</b> .....	<b>30</b>
<b>1.2.3 Objetivos do desenvolvimento sustentável – ODS e as Mudanças Climáticas</b> .....	<b>30</b>
1.3 DOENÇAS TRANSMITIDAS POR VETORES, ARBOVIROSES EMERGENTES E VARIAÇÕES CLIMÁTICAS NO BRASIL.....	31
<b>1.3.1 Contextualização das Arboviroses</b> .....	<b>32</b>
<b>1.3.2 Variações climáticas e Arboviroses</b> .....	<b>33</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>39</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	39
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	39
<b>3 MÉTODO</b> .....	<b>40</b>
<b>4 RESULTADOS</b> .....	<b>44</b>
4.1 PROTOCOLO DE PESQUISA .....	44
4.2 MANUSCRITO DO ARTIGO .....	57
4.3 VARIAÇÕES CLIMÁTICAS E O DESENVOLVIMENTO DAS DOENÇAS TRANSMITIDAS POR ARBOVÍRUS NO BRASIL.....	75
4.4 CONTEXTO E ANÁLISE DOS DESAFIOS DA SAÚDE PÚBLICA, RELACIONADAS AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E AS ARBOVIROSES.....	84
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>102</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>104</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Evidências das alterações climáticas em virtude da emissão atmosférica dos Gases do Efeito Estufa (GEE), têm despertado atenção acerca do impacto das mudanças climáticas sobre a saúde humana e, principalmente, no que se refere às doenças vetoriais. Segundo o 5º Relatório do Painel Intergovernamental das Mudanças Climáticas (IPCC) é provável que haja aumento de 0,3 a 0,7°C na temperatura da superfície global no período de 2016 a 2035 em relação a 1986 a 2005. (1)

Este relatório apontou que embora haja evidências de problemas da saúde humana decorrentes das alterações climáticas, existem poucas referências que façam associações entre condições de saúde e mudanças climáticas, indicando uma lacuna do conhecimento e das pesquisas sobre essas temáticas. (2)

A abordagem do tema da vulnerabilidade foi feita por meio do conceito clássico de risco, entendido como a probabilidade da ocorrência de um efeito adverso ao bem-estar social, que afirma que a vulnerabilidade está diretamente associada à capacidade de um grupo em resistir a efeitos nocivos e a perigos, com a possibilidade de se recuperar. (3)

Assim, a vulnerabilidade envolve uma combinação de fatores que determinam o grau em que um grupo é colocado em risco por um evento discreto e identificável na natureza e ou sociedade. O conceito de vulnerabilidade social ascendeu-se amplamente a partir dos anos 80, por diversos teóricos que estabeleceram uma relação de causa e efeito, gerada entre a natureza e a sociedade. (3)

Nesta perspectiva, as mudanças climáticas ganham grande visibilidade, pois trazem profundas implicações sociais, econômicas, políticas, saúde e ambientais, interferindo diretamente no grau e ou percepção de vulnerabilidades sociais. As alterações no clima global influenciarão diretamente na vida das populações, dada por diferentes impactos. Neste segmento, faz-se necessário pôr em prática ações para mitigar os impactos negativos das mudanças climáticas sobre as populações, a fim de que sejam criadas condições internas para o enfrentamento de suas consequências. (3)

Os impactos das mudanças climáticas sobre a saúde das pessoas são extremamente diferenciados, dependendo da vulnerabilidade dos grupos populacionais, sua capacidade de adaptação e resiliência. (4)

Estudos científicos em vulnerabilidade e adaptação às mudanças climáticas vêm se expandindo nas últimas décadas, devido à grande ocorrência de eventos extremos que afetam diretamente a sociedade humana. Logo, tornam-se necessário o conhecimento aprofundado das possíveis condições das vulnerabilidades sociais em determinadas regiões. (4)

As modificações do clima, com aumento da temperatura média ao longo das últimas décadas, podem favorecer a criação de ambientes propícios à proliferação dos vetores de doenças, contribuindo também para gerar enfermidades e agravos diretos à saúde das pessoas em virtude de fenômenos climáticos. (4)

Identificar e analisar essas limitações e como elas interagem com a capacidade das adaptações das pessoas sobre os sistemas climáticos, tem sido um desafio para pesquisadores e afiliados ao campo teórico, analítico e interdisciplinar. (4)

Publicações tem buscado a partir das pesquisas empíricas, estudos de caso e das revisões de literatura, que contribuem com perspectivas teóricas. Entre esses, como acesso e uso das informações científicas, recursos econômicos, capacidades tecnológicas, saúde e entre outros, que influenciam as respostas que emergem para lidar com a questões climáticas e na capacidade adaptativa. (4)

Em linhas gerais, adaptação é compreendida como processos de ajustamentos para antecipar impactos adversos das mudanças climáticas e proporcionar enfrentamento que resultem na redução da vulnerabilidade social. (5)

No ano de 2007, o 4º relatório do IPCC destacou conclusões sobre os aspectos das mudanças climáticas na saúde, mencionando sobre as questões das vulnerabilidades sociais, nos países de baixa renda, alterações no comportamento de vetores e o surgimento de doenças. (6)

Capacidade adaptativa é o potencial de mudar para um estado mais desejável frente aos impactos e riscos ocasionados pelas mudanças climáticas (7). Nesse sentido, emergem as seguintes discussões: o que constrói a capacidade adaptativa, ou ainda, que elementos facilitam ou limitam a adaptação? A partir desta ótica o conceito de adaptação em vez de um fim em si mesmo, representa uma trajetória por meio da qual dependências, oportunidades e mudanças se interagem criando espaços adaptativos, que podem levar tanto à adaptação como as transformações positivas. (8)

A adaptação buscaria reduzir riscos assegurando o bem-estar dos indivíduos, fortaleceria a capacidade adaptativa dos mais pobres e focalizaria nas causas de suas

vulnerabilidades sociais, esses indivíduos que estão na margem da sociedade e no que se refere a pesquisa, as condições climáticas. (9)

Sob esta perspectiva seria possível agregar novas dimensões à adaptação: (i) busca ativa pela redução da pobreza e/ou da vulnerabilidade social; (ii) garantia de que as ações sejam sustentáveis a longo prazo e não deteriore a resiliência de um sistema. A partir da ampliação do conceito seria possível definir prioridades em pesquisa, ensino, tomada de decisões nas políticas públicas e ações de vigilância em saúde. (8)

Doenças infecciosas apresentam algumas peculiaridades que as distinguem de outras enfermidades humanas, tais como o caráter imprevisível e explosivo em nível global, a transmissibilidade, a relação estreita entre o ambiente e o comportamento humano, bem como sua capacidade de prevenção e erradicação. (9)

Doenças infecciosas dependem intimamente da natureza e da complexidade do comportamento humano, pois refletem diretamente quem somos, o que fazemos, e como vivemos e interagimos com outras pessoas, animais e meio ambiente. (10)

Outro aspecto singular é que a extraordinária adaptabilidade dos patógenos infecciosos, ou seja, suas capacidades reprodutivas e de mutação, lhes proporcionam vantagens evolutivas temporárias contra as pressões destinadas à sua destruição. Essas pressões incluem fatores ambientais e, ao mesmo tempo, a oportunidades de responder com novos antígenos vacinais. (11)

A maior parte dos patógenos responsáveis por doenças infecciosas humanas tem origem zoonótica, ou seja, são mantidos na natureza em ciclos que envolvem um vetor e um animal silvestre (por exemplo, macaco ou pássaro). Entretanto, com as modificações do ambiente causada por ações antrópicas associadas principalmente às atividades econômicas, que são fatores que proporcionam os efeitos das mudanças climáticas, muitos insetos vetores, como os mosquitos, tornaram-se sinantrópicos, favorecendo a transmissão dos patógenos ao homem. (12)

Além da interferência e da modificação dos ecossistemas pela ação humana, outros fatores também estão relacionados à emergência de arboviroses no nosso país. Entre elas o crescimento populacional urbano desordenado, o processo de globalização, ampliação do intercâmbio internacional e as mudanças climáticas. (13)

A compreensão dos mecanismos de exposição, incluindo quais seriam as variáveis climáticas que podem influenciar na incidência de doenças e como esses processos ocorrem. Essas questões têm sido objeto de alguns estudos e suas

respostas permitem definir prioridades em pesquisa, políticas públicas saúde e ações de vigilância em saúde, voltadas ao monitoramento e controle dos impactos relacionados as mudanças climáticas.

A entrada no Brasil das novas arboviroses, trazem novos desafios para o poder público, a saúde pública, os gestores em saúde, os sistemas em saúde e profissionais da saúde e pesquisadores. Esses atores precisam se organizar para realizar investigações ativas e contínuas sobre a relação entre clima e saúde, adaptação populacional, agentes etiológicos e fatores ambientais e saúde que podem estar associados à epidemia e ao surgimento de novos casos.

Assim, é necessário o fortalecimento de políticas de integração de vigilâncias em saúde, ambiental, entomológicas e epidemiológicas, popular com base territorial e para que possamos estabelecer métodos de controle e prevenção dessas doenças no país.

Portanto este trabalho busca analisar, por meio da literatura e de referências científicas, o panorama sobre a relação existente entre variações climáticas e o desenvolvimento de doenças transmitidas por arboviroses no Brasil e os desafios da saúde pública, relacionados às mudanças climáticas e arboviroses.

## 1.1 MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SAÚDE NO BRASIL

### 1.1.1 Mudanças climáticas

A preocupação com clima e suas variabilidades ou mudanças estão noticiadas cotidianamente nos principais veículos de comunicação em todas as partes do mundo. Os desastres naturais associados a essas variabilidades e ou as mudanças climáticas ganham visibilidade diariamente na imprensa falada, televisada, escrita e nas redes sociais. (13)

As mudanças climáticas podem ser definidas como alterações no clima que ocorrem, persistem e são observadas ao longo de sucessivas décadas, podendo ter origem em um evento natural ou em atividades antrópicas. O aumento da temperatura até o momento já resultou em profundas alterações nos sistemas humanos e naturais, incluindo o aumento de secas, inundações e outros tipos de eventos extremos. (14)

Entre várias consequências das mudanças climáticas, destacam-se as alterações nas variáveis meteorológicas, que podem provocar impactos diretos na

saúde humana, como os efeitos das ondas de calor que podem aumentar a incidência de doenças não-transmissíveis e as alterações nos ecossistemas, que podem provocar impactos indiretos na saúde, aumentando a incidência de doenças infecciosas. (14)

As mudanças ambientais e climáticas globais que têm intensificado nas últimas décadas, tem provocado impactos sobre a saúde humana por meio de diferentes vias e distintas intensidades, como exemplo o processo de urbanização que emitem gases de efeito estufa. Algumas dessas transformações atingem de forma direta a população, como a ocorrência de secas, ondas de calor, furacões, tempestades e enchentes. (13)

### **1.1.2 Saúde Humana**

Eventos extremos apresentam como impactos imediatos à saúde das comunidades, entre eles, mortes, traumas, deslocamento e desalojamento, como exemplo. Em médio prazo, podem surgir surtos de doenças (transmissíveis e não transmissíveis) relacionados às condições de vida que a população é submetida frente aos desastres. Paralelamente a isso, pode ser observada a baixa capacidade de resposta do serviço de saúde local, também atingido. (13)

É fundamental que o enfrentamento da pandemia e das mudanças climáticas seja feito de modo conjunto, porque aponta para necessidades de transformações profundas em nossa sociedade, e contém desafios importantes para o Antropoceno. A saúde da população é dependente de aspectos sociais, econômicos, ambientais e de políticas públicas que integrem essa questão como estratégia para o desenvolvimento do país, estado ou município. (14)

O Brasil apresenta uma complexa heterogeneidade nas suas regiões, com diversificada distribuição espacial e temporal de determinadas doenças e grande diversidade social, cultural, ecológica e climática que interferem diretamente na resiliência individual e coletiva das populações expostas às mudanças climáticas. (14)

Os impactos na saúde resultantes das alterações climáticas globais dependerão do estado geral de saúde das populações expostas que, por sua vez, dependem de condições dos determinantes sociais da saúde como a cobertura de saúde universal, a governança socioambiental, políticas públicas e os rumos do modelo de desenvolvimento do país. O clima tropical e as alterações ecossistêmicas

favorecem o desenvolvimento de patógenos. (14)

O Brasil apresenta grande diversidade de animais silvestres que, por sua vez, albergam múltiplos e diferentes microrganismos, muitos desses considerados agentes etiológicos de doenças, tanto para os animais quanto para o homem. Como parte do ciclo de transmissão de inúmeros parasitos, a saúde humana está ligada à saúde dos animais silvestres. (14)

As alterações ambientais, incluindo as mudanças climáticas e a perda da biodiversidade, são fatores determinantes para a emergência de doenças oriundas de animais silvestres. Em geral, doenças infecciosas crescem em incidência com maiores temperaturas. Os ecossistemas preservados e em equilíbrio têm um papel importante para a dinâmica e controle de doenças zoonóticas e infecções transmitidas por vetores. (14)

### **1.1.3 Determinantes socioambientais**

Os temas de saúde e meio ambiente sempre estiveram interligados ao longo da história das políticas públicas mundiais. Um exemplo prático é que o processo de urbanização e a formação de cidades são movimentos fundamentais para a incidência e a proliferação de doenças infectocontagiosas além de epidemias e pandemias nas diferentes regiões do mundo. (15)

O crescimento urbano é um fenômeno que ocorre com velocidade alta, estima-se que no período de 2007 a 2050 a população mundial passará de 6,7 para 9,2 bilhões, com cerca de 6,4 bilhões de pessoas (60%) localizadas em centros urbanos. No Brasil não é diferente, a urbanização se deu de forma desordenada, sem planejamento adequado, o que acarretou problemas no abastecimento de água, esgotamento sanitário e ocupações irregulares o que eleva consideravelmente os riscos de infecções transmitidas por veiculação hídrica, e por vetores que se multiplicam nessas áreas vulneráveis, com risco elevado para populações urbanas. (15)

Estabelecer essa relação entre ambiente e saúde é importante para que haja maior prevenção para agravos provenientes dessas situações, entendendo que para o controle de vetores de doenças em áreas que apresentaram rápida urbanização são necessárias não apenas ações de saúde, mas que hajam políticas que integrem a mobilização da sociedade, saúde, educação ambiental, melhorias de habitação,

saneamento e ações para evitar mais desmatamento.(15)

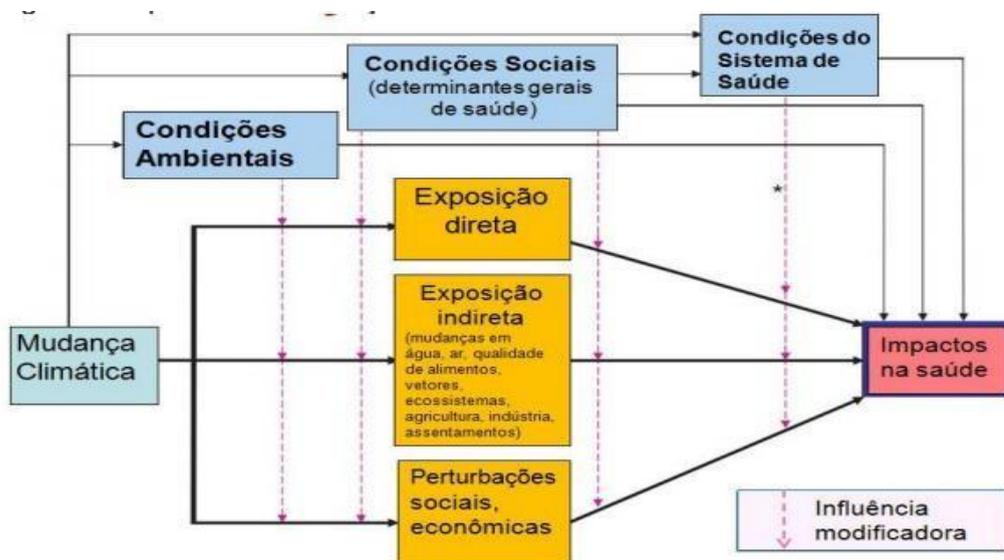


Figura 1 – Possíveis caminhos dos efeitos das mudanças climáticas sobre o homem. (15)

Fonte: Observatório do clima e saúde (2020)

De acordo com a figura 1, as evidências das mudanças climáticas fortaleceram a discussão de que as exposições diretas e indiretas, provocam alterações no meio e trazem impactos em diversos setores, dentre eles a saúde humana, que possam provocar perturbações sociais e econômicas que gerem impactos a saúde. (18)

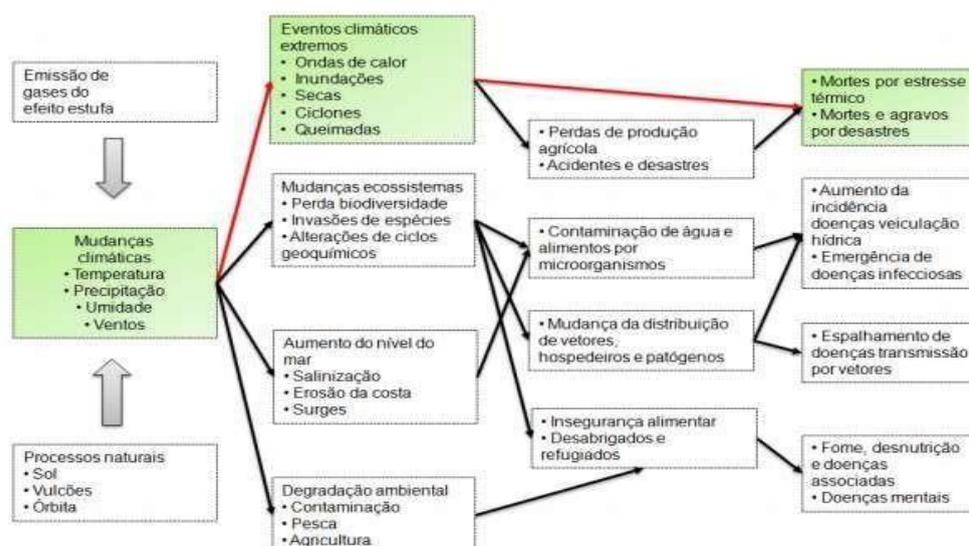


Figura 2 – Impactos da Mudança Climática sobre a Saúde Humana: Os mecanismos. (18)

Fonte: World Health Organization (2010)

Os autores apontam que já são observados no Brasil impactos relacionados com mudanças climáticas e saúde. Na figura 2, podemos observar que alterações ambientais provocadas pelos gases de efeito estufa, podem desencadear vários fatores associados ao ciclo da natureza. Apontam-se efeitos adversos e desencadeados que possam desestabilizar o ciclo natural dos ecossistemas, com isso facilitando surgimento das doenças. As pesquisas indicam em diferentes regiões do país, registros dos efeitos adversos sobre a saúde humana, principalmente em populações vulneráveis. (19,20,21)

Fazendo uma comparação com a figura 1 e 2, pode-se observar uma relação bastante forte entre a associação das condições das mudanças climáticas que alteram as condições do clima, que afetam os ecossistemas e afeta a saúde humana.

#### **1.1.4 Políticas públicas sobre as mudanças climáticas e a situação no Brasil**

Pesquisas são citadas e evidenciadas nos projetos do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) para Mudanças Climáticas que estão relacionadas também a eventos climáticos e a doenças transmitidas por vetores, como exemplo as arboviroses. (22)

Entre os objetivos do INCT, está a produção de informações relevantes para o desenvolvimento de pesquisas elencadas abaixo: (22)

- (i) Detectar mudanças ambientais no Brasil, América do Sul e atribuir causas às mudanças observadas (Aquecimento global, mudanças dos usos da terra, urbanização etc.);
- (ii) Desenvolver um modelo do sistema terrestre para gerar cenários das mudanças ambientais globais e regionais, principalmente cenários em alta resolução espacial de mudanças climáticas e de usos da terra;
- (iii) Estudar os impactos das mudanças climáticas e identificar as principais vulnerabilidades do Brasil, nos seguintes setores e sistemas estratégicos: Ecossistemas e biodiversidade, agricultura, recursos hídricos, saúde humana, cidades, zonas costeiras, energias renováveis e economia; e
- (iv) Desenvolver técnicas e metodologias de mitigação.

Entre algumas parcerias, o INCT cita a Rede Brasileira de Mudanças Climáticas “Rede Clima” e ambos, contribuem principalmente entre as pesquisas interligadas ao desenvolvimento do Plano Nacional de Mudanças Climáticas. Com isso o INCT no

eixo das mudanças climáticas se estrutura em 3 (três) fundamentos científicos dentro um eixo tecnológico, esse eixo consiste: 1) base científica das mudanças ambientais globais; 2) estudos dos impactos, adaptação e vulnerabilidade, e 3) mitigação e desenvolvimento de produtos tecnológicos. (22)

A “Rede Clima” assume importante papel no apoio às pesquisas de desenvolvimento do Plano Nacional de Mudanças Climáticas, para atender às necessidades nacionais dos conhecimentos sobre as mudanças do clima e incluindo a produção de informações para formulação de políticas públicas. (23)

De acordo com a Rede Clima, ambiente e clima têm impacto significativos sobre uma série de doenças de grande importância no Brasil, tais como Dengue, Malária e doenças respiratórias e cardiovasculares. Embora existam uma grande variedade de dados ambientais e climáticos disponíveis por meio da internet, estes dados raramente são convertidos em modelos de previsão específica para a saúde e com capacidade de informar o planejamento e ações de adaptação. (23)

O Brasil instituiu a Política Nacional sobre as Mudanças do Clima “PNMC” que foi instituído no período do dia 29 de dezembro de 2009 e oficializou o compromisso voluntário junto à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre as Mudanças do Clima, com intuito de reduzir emissões de gases estufa. Nesta mesma política, podem ser citados, que existem um fundo nacional sobre as Mudanças do Clima, instrumento da “PNMC”, que tem por finalidade financiar projetos, estudos e empreendimentos que visem a redução das emissões dos gases do efeito estufa e a adaptação aos efeitos das mudanças do clima. (23)

A Rede Clima está subdividida em subredes, dentre elas a rede voltada à área da saúde, por meio da qual se tornam disponíveis dados e informações sobre as mudanças climáticas e sua relação com a saúde humana por meio do Observatório do Clima e Saúde. (23,24)

Essas redes surgiram a partir da parceria entre o Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde “ICICT”, a Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca “ENSP” e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais “INPE” que se destinavam a monitorar e prever os efeitos das mudanças climáticas globais na saúde humana, integrando informações ambientais, climáticas, epidemiológicas, socioeconômicas e de saúde pública. (22,23)

O Observatório promove e discute pesquisas sobre o efeito dos eventos climáticos extremos sobre a saúde, incidência das doenças respiratórias e

cardiovasculares, doenças zoonóticas e sua relação com a variabilidade climática no Brasil e relações que busquem fornecer contribuições relacionadas à interação clima e saúde, como forma de orientar os serviços e o planejamento das políticas públicas relacionadas a essa área. O projeto objetiva alinhar suas atribuições com a missão proposta pelo “ICICT”, bem como pela Fundação Oswaldo Cruz “FIOCRUZ” e o Sistema Único de Saúde “SUS”. (23,24)

Ainda pode ser citada outra subrede, conveniada com a Universidade de Brasília “UNB”, a subrede Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Regional “MCDR”. Esta rede agrega equipe interdisciplinar de pesquisadores do Centro de Desenvolvimento Sustentável “CDS/UnB”, que tem como formações em ciências naturais e sociais, dedicam-se aos estudos da agricultura familiar, que por múltiplos fatores mostram-se particularmente estudos sobre as mudanças climáticas. (25)

De acordo com o Observatório de Clima e Saúde, objetivo principal é, reunir e compartilhar informações, tecnologias e conhecimentos voltados para o desenvolvimento de redes de pesquisadores e estudos que avaliem os impactos das mudanças ambientais e climáticas na saúde da população brasileira. (25)

A parceria com a Secretaria de Vigilância em Saúde “SVS” do Ministério da Saúde “MS” tem sido fundamental nessa trajetória de prestação de serviços aos cidadãos brasileiros, permitindo o acesso integrado aos dados junto ao Observatório do clima e saúde, que realizam estudos para a identificação dos padrões climáticos, epidemiológicos e os seus efeitos sobre a saúde. (25)

Entre os departamentos do “MS”, apenas uma trata das questões das mudanças climáticas diretamente: a Vigilância Ambiental, que inclui programas de Vigilância em Desastres designada para incluir estudos sobre interação da saúde humana com as condições das mudanças climáticas. (25)

Dados ambientais, climáticos, epidemiológicos, socioeconômicos e de saúde pública são essenciais para alertar e acompanhar emergências na saúde, provocados por eventos climáticos, além de permitir acompanhar projeções em longo prazo nas mudanças ambientais e climáticas. Vale ressaltar que antes da criação do Observatório de Clima e Saúde do “ICICT”, as informações eram coletadas e divulgadas por diferentes instituições, de maneira dispersa, desorganizada e dificultando uma análise integrada. (25,26)

No ano de 2011, o Ministério da Saúde elaborou e divulgou o Plano Setorial da Saúde de Mitigação e de Adaptação às Mudanças do Clima “PSMC”, para o período

de 2012 a 2015. O documento foi aprovado pelo Comitê Interministerial sobre Mudanças do Clima em dezembro de 2012 e lançado ao público em junho de 2013, na Reunião Ordinária do Fórum Brasileiro das Mudanças Climáticas “FBMC”, presidida pela Presidenta da República Dilma Rousseff e a Ministra do Meio Ambiente Izabella Mônica Vieira Teixeira. (27)

A Vigilância em Saúde Ambiental dos Riscos Associados aos Desastres “Vigidesastres” é subordinada à Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental “CGVAM” da Secretaria de Vigilância em Saúde “SVS” do Ministério da Saúde “MS”, atuam nas articulações das ações preventivas, preparação, mitigação, adaptação e as respostas e recuperação no desenvolvimento de um conjunto de ações a serem adotadas continuamente pelas autoridades de saúde pública, visando à redução da exposição da população e dos profissionais de saúde aos riscos de desastres, às doenças e agravos decorrentes deles, assim como à redução dos danos à infraestrutura da saúde. (28)

Considerando-se essas questões, a atuação do Vigidesastres é fundamentada na gestão do risco, que compreende ações de redução do risco (prevenção, mitigação e preparação), manejo do desastre (alerta e resposta) e recuperação (reabilitação e reconstrução) e (mudanças climáticas), por meio de ações de planejamento, gerenciamento, acompanhamento, monitoramento e avaliação com o objetivo de proteger a saúde da população, sempre em conformidade e em articulação com os órgãos que integram o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil “SINPDEC”. (28)

O “PSMC” 2012 a 2015, foi formulado com o objetivo de compatibilizar as políticas públicas de saúde com a Política Nacional sobre Mudança do Clima, bem como analisar as iniciativas e estratégias de ação da Organização mundial da saúde “OMS” e do Mercado comum do Sul “MERCOSUL”, para fortalecer o setor da saúde frente às mudanças do clima e juntamente com a construção de estratégias e Planos das Ações sobre as Mudanças Climáticas interligas a Organização Pan-Americana de saúde, “OPAS”, aprovado pelo 51º Conselho Diretor da OPAS. (28)

O plano citado acima, afirmam que há fatores de riscos diretos para a saúde humana, mas também possam ter influências indiretas. Por exemplo, ondas de calor resultante das mudanças climáticas representam um fator de risco direto. As populações vulneráveis, neste caso, idosos e crianças, ficam expostas ao calor acima do normal, o que podem ter como consequência o aumento de doenças ou óbitos, podemos citar como um risco indireto. (26)

O “MS” afirma, ainda, que quando as mudanças do clima alteram o habitat de um vetor, por exemplo, estamos frente a um caso de fator de risco que afeta outro fator de risco: aumento de temperatura e mudança de precipitação resultando na proliferação de mosquitos e provável aumento da incidência das doenças, como exemplo a Dengue. É nesse contexto que se inserem as arboviroses. As alterações em algumas variáveis tais como, temperatura e precipitação, que afetam o desenvolvimento e comportamento dos vetores. (28,35)

Essas ações são parte do Subsistema Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental (SINVSA), que compreende o conjunto de ações e serviços prestados por órgãos e entidades públicas e privadas, relativos à vigilância em saúde ambiental. Tem por objetivo ampliar o conhecimento e a detecção ou prevenção de qualquer mudança nos fatores determinantes e condicionantes do meio ambiente que interferem na saúde humana. Assume a finalidade de recomendar e adotar medidas de promoção da saúde ambiental, prevenção e controle dos fatores de riscos relacionados às doenças e outros agravos à saúde. (36)

Dentro das competências do Ministério da Saúde, em seu artigo 576º, é de responsabilidade da “CGVAM” a coordenação das ações de monitoramento à saúde de populações expostas a riscos ambientais: Execução das ações de vigilância em saúde ambiental de modo complementar ou suplementar, em articulação com as demais unidades competentes, na ocorrência de circunstâncias especiais de risco à saúde decorrente de fatores ambientais, que superem a capacidade de resposta do nível estadual e ou situações de risco de abrangência nacional. (36)

Recentemente, no ano de 2021 foi publicado o relatório sobre a saúde e as mudanças climáticas, respondendo a crises convergentes, intitulado “*The 2020 report of the Lancet Countdown on health and climate change: responding to converging crises*”. Este trabalho foi elaborado por vários autores e entidades, entre eles pela Sociedade Brasileira de Medicina da Família “SBMF” e pela “FIOCRUZ”, juntamente com 35 (trinta e cinco) instituições mundiais e agências da ONU. (37)

A pesquisa foi realizada observando-se cinco aspectos fundamentais: Impactos, exposições, vulnerabilidade das mudanças climáticas; Adaptação, planejamento e resiliência em saúde; Ações de mitigação e benefícios para a saúde; Economia, finança, engajamento público e político. (37)

A pesquisa teve como objetivo a redução da pobreza e o fortalecimento dos sistemas de saúde, que podem contribuir para estimular e reestruturar economias

mundiais. Propõe medidas mais eficazes para aumentar a resiliência da comunidade às mudanças climáticas. (37)

Os autores justificam que a resposta à COVID 19, encorajou-se um repensar sobre os sistemas de saúde, que contribuiu para a reestruturação dos serviços praticamente da noite para o dia, para conduzir milhões de serviços primários ao atendimento em saúde, provocando novos investimentos para saúde e novos desafios para ações pandêmicas. (37)

No que se diz a respeito ao relatório, podemos citar a adaptação, planejamento e resiliência para a saúde. Em resumo, uma das principais repostas está atenuada aos planos nacionais de adaptação para a saúde e mudanças climáticas. Com isso, 50% dos países pesquisados desenvolveram estratégias ou planos de saúde. Contudo, o financiamento continua a ser uma barreira fundamental para a implementação destas estratégias, sendo que apenas 9% dos países relataram ter fundos para implementar totalmente os seus planos. (37)

## 1.2 MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE A SAÚDE HUMANA NO BRASIL

As mudanças climáticas representam na atualidade um dos grandes desafios da humanidade e seu enfrentamento na demanda das ações coordenadas em todas as escalas territoriais. Particularmente no Brasil, as pesquisas aplicadas às mudanças climáticas são estratégicas devido à elevada dependência da base econômica em relação aos recursos naturais e serviços ecossistêmicos, além da vulnerabilidade social das populações urbanas e aos efeitos dos desastres climáticos. (39)

Este é um problema multifacetado e deve ser abordado de forma intersetorial, incluindo-se serviços essenciais, tais como: segurança alimentar, energética, hídrica e saúde, que apresentem grande interconexão. As compreensões dessas interfaces se mostram fundamentais para o planejamento de políticas públicas, principalmente no que se refere às condições de adaptação e mitigação sobre as mudanças climáticas. (39)

A ocorrência de um desastre ambiental está diretamente ligada às condições dos riscos existentes em uma localidade, sendo considerada como evento único, pois produz efeitos diferentes, em decorrência das particularidades de cada território, tais como diferenças nas condições sociais, econômicas, políticas, geográficas,

ambientais, saúde e sanitárias. (39)

Conhecer esses riscos e as particularidades de cada território, possibilitam priorizar a adoção de políticas públicas em saúde voltadas para a prevenção e promoção, minimizando os impactos dos desastres sobre a população, sobretudo propor medidas de mitigação e adaptação a partir dos desastres. De acordo com a Organização das Nações Unidas “ONU”, o registro de desastres que afetam uma população vem aumentando ao longo do tempo, potencializado pelo fato de haver maior concentração de pessoas em cidades e áreas urbanas. (39)

O plano setorial da saúde para mitigação e adaptação às mudanças climáticas do “MS” é estabelecido por objetivos, diretrizes e metas. Estão direcionados para a adaptação do Sistema Único de Saúde “SUS”, com o intuito de minimizar as vulnerabilidades da população frente aos impactos da mudança do clima, por meio do estabelecimento de medidas de adaptação, fortalecimento da capacidade de preparação e resposta dos serviços de saúde. (28)

No âmbito do “SUS” foram definidas ações de adaptação às mudanças do clima, estruturadas em 4 (quatro) eixos de intervenção: Vigilância em Saúde, Atenção à Saúde, Promoção e Educação em Saúde e Pesquisa em Saúde, relacionando-as aos impactos diretos e indiretos das mudanças do clima sobre a saúde humana, entre eles: doenças transmissíveis por vetores, transmissão hídrica e alimentar, enfermidades infecciosas, desastres de origem natural e doenças não transmissíveis relacionadas a temperaturas extremas, poluição atmosférica e exposição à radiação solar. (28)

Avançando na discussão, o “MS” e a “OPAS” estabeleceram um Termo de Cooperação “TC” para o fortalecimento da vigilância em saúde ambiental e saúde trabalhador, com a finalidade de aprimorar o Sistema Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental “SINVSA”. O termo busca minimizar riscos, prevenir doenças e agravos, intervindo nos determinantes do processo saúde-doença decorrentes dos modelos de desenvolvimento, dos processos produtivos e da exposição ambiental, visando à promoção da saúde da população brasileira. (28)

A cooperação permitiu elaborar estratégias para o fortalecimento da vigilância em saúde ambiental, que consiste em um conjunto de ações que proporcionam o conhecimento e a detecção das mudanças nos fatores determinantes e condicionantes do meio ambiente que interferem na saúde humana. Dentre eles, foi direcionado foco especial na mudança do clima com o intuito de identificar as medidas

de prevenção e controle dos fatores de riscos ambientais relacionados às doenças ou a outros agravos à saúde. (28)

A partir dessa proposta, o “MS” elaborou o Plano Setorial de Saúde de Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima, com diretrizes e ações indicadas com os seguintes objetivos: (28)

- Reduzir riscos e agravos à saúde da população, por meio das ações de promoção e vigilância em saúde;
- Fomentar estudos e pesquisas para subsidiar a saúde na prevenção, preparação e resposta ao impacto das mudanças climáticas;
- Desenvolver capacitação para atuação do setor saúde frente aos impactos da mudança climática;
- Garantir atenção integral à saúde no âmbito do SUS;
- Reduzir as vulnerabilidades sociais no setor da saúde e da população.
- Aumentar a capacidade de resiliência, tanto da população, quanto do governo.

Paralelamente a isso, o “MS” dispõe de uma legislação complementar que subsidia o Plano Setorial de Saúde de Mitigação e Adaptação às Mudanças do Clima, relacionados abaixo: (28)

- Decreto Presidencial Nº 6.263/2007 - Institui o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima “CIM” e seu grupo executivo “GEX”;
- Portaria da casa civil Nº 30/2008 -Designa os membros titulares e suplentes. Neste contexto, o “MS” apoiou o Governo Federal na elaboração da Política Nacional de Mudança do Clima e o seu respectivo Plano de Ação;
- Portaria Interministerial Nº 822/2008 - Cooperação técnica Ministério do meio ambiente “MMA” e “MS” - estabelece as diretrizes para cooperação entre o ministério da saúde e o ministério do meio ambiente, visando à integração e a implementação de ações comuns e a consolidação de agenda bilateral;
- Lei Nº. 12.187/2009 - Institui a política nacional sobre mudança do clima - PNMC e dá outras providências;
- Decreto Nº. 7.390/2010 - Regulamenta a elaboração dos planos setoriais de mitigação e adaptação à mudança do clima, prevista na política nacional de mudança do clima “PNMC”; e
- Portaria ministerial Nº. 3.244/2011 - Institui uma comissão gestora e um comitê executivo para elaboração do plano setorial da saúde de mitigação e adaptação à mudança do clima.

Essas ações citadas anteriormente têm papel essencial na prevenção e nos agravos das doenças vetoriais, com intuito de diminuir as epidemias, em conjunto com as ações ambientais e climáticas, buscando ações de mitigação e adaptação sobre as mudanças climáticas e diante das condições sociais da população.

### **1.2.1 Vulnerabilidade social e mudanças climáticas**

Nesse sentido, torna-se imperativa a interface entre a agenda de direitos e justiça e o debate sobre as mudanças climáticas, mais especificamente em relação à adaptação, particularmente no planejamento de territórios para a variabilidade climática futura. (29)

Diante disso, oferecendo a possibilidade de considerar o componente de justiça e redução das desigualdades na construção de políticas, projetos e planos de adaptação, sejam municipais, provinciais, sejam federais, regiões, bacias, empresas ou sociedade civil, mesmo como estratégia de planejamento da comunidade, insurgente e participativa. (29)

Pontua-se que avaliar questões de vulnerabilidade, adaptação e capacidade pode informar melhor a sociedade sobre quais as lacunas nesse tipo de pesquisa, permitindo um melhor gerenciamento e gestão de riscos à saúde, no que se refere a políticas e tomadas de decisões. (30)

Evidenciar questões vinculadas à vulnerabilidade socioambiental, visto que as projeções globais demonstram que as alterações climáticas favorecem o surgimento de novas doenças, bem como o reaparecimento de outras, que podem levar a problemas de saúde pública e econômica para diversos países. (30)

Além disso, deve-se considerar fatores socioeconômicos, o estado de saúde subjacente da população, a localização geográfica, o comportamento social e a capacidade do governo em responder às mudanças, visto serem questões cruciais relacionadas à vulnerabilidade, concebendo que qualquer um dos pontos mencionados pode influenciar na saúde humana. (30)

Destaca-se, nesse sentido, que o termo vulnerabilidade é considerado em função da exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa de uma região, população ou grupo em relação ao meio ambiente e às mudanças climáticas, que destaca que vulnerabilidade é “o grau de suscetibilidade de indivíduos e sistemas ou da incapacidade de resposta aos efeitos adversos da mudança climática, incluindo-se a

variabilidade climática e os eventos extremos”. (30)

### **1.2.2 Vigilância Integrativa e Ativa**

Intervenções são necessárias para diminuir esse estado de vulnerabilidade da população e os seus desfechos relacionados às mudanças climáticas, no que se diz a respeito da vigilância integrativa e ativa. Uma variedade de modelos de trabalho utilizados em diversos surtos sanitários apoia a integração das funções de vigilância em saúde pública, em zonas urbanas, rurais e remotas, com serviços coordenados e responsivos, em nível local e regional. (31)

Dentre as estratégias, podem-se destacar os sistemas de agregação de dados, painéis de controle e a vigilância digital, entre outras. Estas fontes de dados vêm sendo cada vez mais integradas ao cenário de vigilância formal e têm um papel na vigilância das doenças infectocontagiosas e análise de projeções futuras de surtos epidêmicos. (31)

A adoção de múltiplos mecanismos de vigilância pode garantir ampla cobertura e uma melhor assistência em saúde e análise de dados epidemiológicos. Além disso, os serviços de vigilância não podem operar isoladamente e precisam ser integradas aos sistemas públicos de saúde existentes. As integrações dos sistemas de atenção primária, formam a base de qualquer resposta a emergências sanitárias. (31)

### **1.2.3 Objetivos do desenvolvimento sustentável – ODS e as Mudanças Climáticas.**

No que se diz a respeito das cooperações internacionais, seguindo os padrões categorizados pelos os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), que estão acrescidos na Resolução 70/1, da Assembleia Geral das Nações Unidas: “Transformando o nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”, conhecida por Agenda 2030. (33)

Os ODS resultam de uma sucessão de negociações multilaterais, marcadas pela priorização do compromisso com a sustentabilidade na cooperação internacional para o desenvolvimento pelas Nações Unidas. Em 2015, foram aprovados os 17 ODS, abrangendo questões de desenvolvimento econômico e social, incluindo temas como justiça social, pobreza, saúde, fome, educação, aquecimento global, igualdade de

gênero, água, saneamento, energia, urbanização e meio ambiente. (33)

A adesão do Brasil aos objetivos globais propostos foi importante para o desenvolvimento de uma legislação que abarcasse tanto o meio ambiente quanto áreas afins que pudessem ser transversais. A Agenda 21 global, durante a Eco92 foi o marco histórico para o desenvolvimento sustentável e dela surgiram diversas Conferências a fim de acompanhar o processo global diante das necessidades de redefinição dos padrões de consumo. (34)

Temas paralelos como saúde, habitação, disparidades sociais e entre outros tornaram chaves para o entendimento do desenvolvimento sustentável. Estão presentes nas ODS (Objetivos do Desenvolvimento Sustentável), formando a Agenda 2030. (34)

A questão do desenvolvimento sustentável, instrumentos, instituições e padrões de governança, devem ser considerados por definir de modo incisivo na política brasileira. Com isso sendo incluindo nos diversos órgãos e setores, ao mesmo tempo em que descentraliza a política de meio ambiente para outras pastas dentro do governo, entre elas da saúde, que possam de forma multifatorial discutir as relações ambientais e saúde. (34)

### 1.3 DOENÇAS TRANSMITIDAS POR VETORES, ARBOVIROSES EMERGENTES E VARIAÇÕES CLIMÁTICAS NO BRASIL.

De acordo com Tauil, as doenças transmitidas por vetores são enfermidades causadas por patógenos e parasitas nos seres humanos. Essas doenças constituem importante causa de mortalidade e morbidade no Brasil e no mundo, sendo um dos principais problemas e desafios dentro da saúde pública. (35)

Segundo a Organização Mundial da Saúde “OMS” são responsáveis por mais de 17% de todas as doenças infecciosas, causando anualmente mais de um bilhão de casos e mais de um milhão de óbitos. Tauil argumenta que populações vulneráveis da sociedade, com as seguintes características: condições de moradia precárias ou inexistentes, serviços públicos de saneamento básico fragilizados, baixo acesso à saúde, em geral com baixa escolaridade, afetam e implicam em aumento da pobreza e diminuição na produtividade econômica e no sistema de saúde. (35)

### 1.3.1 Contextualização das Arboviroses

As arboviroses são doenças causadas por vírus e transmitidas por artrópodes hematófagos durante o repasto sanguíneo. Atualmente, existem 4.404 espécies de vírus, sendo estes distribuídos em 8 ordens, 122 famílias, 35 subfamílias e 735 gêneros. Os arbovírus causadores de doenças em humanos dividem-se em cinco famílias: Bunyaviridae, Togaviridae (que inclui o vírus Chikungunya), Flaviviridae (que inclui os vírus da Dengue, Zika e Febre Amarela), Reoviridae e Rhabdoviridae. (32)

As infecções por Dengue aumentaram consideravelmente nas últimas décadas. A doença ocorre em mais de 100 países e expõe mais de 2,5 bilhões de pessoas ao risco de contágio nas áreas urbanas, peri urbanas e rurais dos trópicos e subtropicais. (32)

O Brasil permanece enfrentando graves e constantes epidemias de Dengue nos últimos 30 anos. Por isso, a Dengue é tida como a mais importante das doenças virais transmitidas por artrópodes e, também, a arbovirose mais comumente difundida no mundo. (32)

Recentemente, novas arboviroses ganharam destaque, como a Chikungunya e a Zika que ocasionaram milhares de vítimas e agravos à saúde das pessoas no Nordeste brasileiro. É um problema de saúde pública no Brasil, que assumiu a responsabilidade de proporcionar atenção contínua e permanente para os casos de microcefalia, por exemplo. Outro surto que chamou atenção foi o caso da Febre Amarela que ocorreu no final de 2016 e início de 2017 no estado de Minas Gerais. Essas situações de saúde ganharam destaque na sociedade em geral e na literatura científica. (32)

A “OMS” Organização mundial da saúde, enfatiza que a Dengue é a infecção viral mais prevalente transmitida pelos mosquitos *Aedes aegypti*, que afetam 3,9 bilhões de pessoas em mais de 129 países (26). A “OMS” cita que outras doenças que necessitam de uma melhor avaliação são as doenças virais transmitidas por vetores que incluem como exemplo Zika e a Chikungunya, que afetam centenas de pessoas pelo mundo e principalmente no Brasil. (26)

### 1.3.2 Variações climáticas e Arboviroses

A dinâmica do ciclo de vida dos vetores, assim como dos reservatórios e hospedeiros que cooperam da cadeia de transmissão das doenças, pertencem à dinâmica ambiental dos ecossistemas onde eles vivem, sendo restritas por variáveis ambientais como temperatura, precipitação, umidade, padrões de uso e cobertura do solo. (37)

As mudanças climáticas têm gerado preocupação sobre a provável expansão da área atual e da incidência de algumas doenças transmitidas por vetores. Os efeitos das mudanças climáticas sobre as doenças vetoriais podem ser considerados novos eventos extremos, os quais incluem forte flutuação no ciclo das doenças. Os padrões de precipitação podem ter consequência em curto e médio prazo. O aumento da precipitação tem o potencial de aumentar o número e a qualidade dos locais de reprodução dos vetores. (37)

Os extremos das temperaturas podem diminuir ou aumentar o desenvolvimento e a sobrevivência dos insetos vetores, bem como o período de incubação extrínseco de alguns patógenos. Porém, deve-se considerar que apenas o clima não explica o comportamento das doenças transmitidas por vetores, mas é um item importante na distribuição temporal e espacial dos insetos tanto sintetizando a sua propagação, quanto influenciando na dinâmica de transmissão. Modificações ambientais, podem potencializar as ações no clima, criando ambientes ideais para propagação de vetores, contribuindo para o aumento do número de casos. (37)

Quanto às doenças vetoriais de característica mais urbanas, como a Dengue, Chikungunya e Zika, podem-se destacar a difusão dos agravos para áreas do território nacional onde não eram observadas epidemias recorrentes anteriormente. Essas maiores abrangências na disseminação podem ser explicadas por meio dos estudos sobre a difusão e extensão atual da área de transmissão de arboviroses no Brasil, adotando medidas de intensidade, permanência e temporalidade dos casos para verificar a expansão das áreas de transmissão. (37)

Tauil aponta nos resultados do seu estudo uma relação entre padrões temporais e espaciais de difusão de Dengue no Brasil. Os picos de transmissão ao longo do tempo correspondem a pulsos invasivos da doença nos diferentes espaços. Esses pulsos podem atingir áreas distantes e serem mais agressivos, isto é, provocarem maiores incidências em áreas onde os vírus não circulavam, já que

alcançam populações mais suscetíveis e ambientes. (35)

Nessa sequência, os pulsos epidêmicos são materializados por um pico (no tempo) e uma extensão da transmissão (no espaço), pela qual novas áreas são atingidas. Como a evolução temporal das curvas de incidência é assimétrica, espera-se que as ondas de propagação epidêmica no espaço, apresente frentes rápidas e inclinadas em outras regiões não endêmicas. (35)

Diante do citado nessa sessão, podemos verificar que as os pulsos epidêmicos em relação entre padrões temporais e espaciais, estão também associados com as condições ambientais, no que se refere novas expansões dentro de um espaço, que podem ser modificados pelas condições ambientais, como exemplo alterações de ecossistemas através das mudanças climáticas. (35,38)

As epidemias de dengue ainda estão se propagando no Brasil, de modo que os surtos podem ou não inaugurar um ciclo de transmissão permanente e sustentável. Os corredores de mobilidade populacional e de mercadorias são importantes eixos de difusão pelos quais vírus e vetores são dispersos no ambiente. (40,41)

Embora o padrão espacial disperso dos surtos, a sustentabilidade da transmissão da dengue está estritamente associada ao clima. As localidades com zona climática mesotérmica, clima a menos, apresentam menor probabilidade de ocorrência de surtos, com condições menos favoráveis para transmissão permanente. (41)

Por outro lado, o regime de chuvas não parece representar uma restrição importante para a transmissão da dengue. Os gradientes decrescentes de umidade, bem como a predominância de longas estações secas, não dificultam a ocorrência de surtos e a transmissão sustentável da dengue na região semiárido do Nordeste. (41)

Nesse caso, acredita-se que a seca desempenhe um duplo papel de restringir os locais de criação natural dos mosquitos, mas estimulando a população local a armazenar água em tanques improvisados, o que serviria de criadouros para o mosquito. (41)

Portanto, cidades grandes e quentes apresentaram alta probabilidade de transmissão da dengue em longo prazo. A associação entre tamanho da população e sustentabilidade da transmissão da dengue, revelam que cidades grandes e conectadas podem desempenhar um papel importante na manutenção das epidemias, bem como epicentros de difusão em sua região e de influência devido a vários fatores combinados. (41)

Por fim, as grandes cidades se tornaram ilhas de calor, o que resultam em noites mais quentes. As reduções na variabilidade das temperaturas nas áreas centrais das cidades, podem criar microclimas favoráveis para a reprodução dos mosquitos. Por todas essas razões, as grandes e quentes cidades facilitam a dispersão dos vetores para áreas vizinhas e conectadas. (41)

Diante disso, início da introdução do Chikungunya e Zika nas Américas e no Brasil entre 2013 e 2015, registrou-se grandes epidemias, já havia consenso de que o modelo tradicional das medidas profiláticas de controle vetorial, não era capaz de impedir isoladamente a expansão geográfica das arboviroses para áreas até então indenes. (41)

Apesar disso, o controle vetorial só terá êxito se alcançar incorporar novas tecnologias e ferramentas que possam, em conexão com as já em vigor, alcançar resultados mais satisfatórios, que comprovadamente diminuam a carga da doença e não apenas melhorem indicadores entomológicos. (42)

A emergência das arboviroses em locais antes indenes, representam um potencial desafiador para a saúde pública em muitos aspectos. A recente entrada de Chikungunya e Zika no Brasil e em outros países das Américas, expõem a população ao risco de infecção, uma vez que todos os indivíduos são susceptíveis. (42)

As arboviroses têm se enquadrado em importantes e constantes ameaças em regiões tropicais e subtropicais, devido às rápidas mudanças climáticas, desmatamentos, migração populacional, ocupação desordenada as áreas urbanas, precariedade das condições sanitárias que favorecem a amplificação e transmissão viral (37). As flutuações climáticas produzem condições que aceleram a epidemia das arboviroses, afetando diretamente a saúde pública mundial. (42)

Temperaturas anormalmente elevadas, como exemplo, podem afetam populações dos vetores e com isso influenciam no aumento das doenças por arboviroses, entre os seguintes pontos: a sobrevivência e replicação do vírus, suscetibilidade do vetor ao vírus, distribuição dos vetores, período extrínseco de incubação de um vírus no inseto e sazonalidade dos padrões de transmissão dos vírus. (44,45)

Segundo o Sistema de monitoramento de diário de agravos, exemplificando a capital Fortaleza, de 2015 a 2019, foram confirmados mais de 80.328 (oitenta mil e trezentos e vinte e oito) casos de Chikungunya. Como exemplo, podemos citar a tabela 1, que apresenta o número de casos confirmados, de 2016 a 2019, segundo os

meses dos primeiros sintomas e o critério de confirmação. (46)

Tabela 1 – Casos confirmados de CHIKV no período de 2016 à 2019. (46)

Chikungunya: Casos confirmados segundo mês e ano dos 1º sintomas Fortaleza 2016 - 2019						
MÊS	TOTAL DE CASOS CONFIRMADOS				CRITÉRIO DE CONFIRMAÇÃO 2019	
	2016	2017	2018	2019	LABORATÓRIO	CLÍNICO EPIDEMIOLÓGICO
Janeiro	26	427	118	28	9	19
Fevereiro	109	1215	93	19	5	14
Março	427	9124	107	25	0	25
Abril	1482	23355	101	68	3	65
Mai	4550	20462	46	31	4	27
Junho	4997	4753	21	22	2	20
Julho	2786	1313	22	17	3	14
Agosto	1537	532	15	19	4	15
Setembro	804	208	15	14	2	12
Outubro	469	126	12	12	1	11
Novembro	320	122	12	7	3	4
Dezembro	234	92	21	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>17791</b>	<b>61729</b>	<b>583</b>	<b>262</b>	<b>36</b>	<b>226</b>

Dados extraídos do SINAN ONLINE

Fonte: Sistema de Monitoramento diário de agravos (2020)

Comparando com os dados referentes aos 2 (dois) períodos anuais de 2016/2017, podemos fazer um comparativo entre os casos confirmados Chikungunya e períodos de precipitação pluviométrica no gráfico 1.

Gráfico 1 – Relação de precipitação e casos confirmados CHIKV 2016 à 2017. (47)



Fonte: Lima (2019)

A análise dos gráficos acima, permitem vislumbrar que a curva de ocorrência dos casos de Chinkungunya é crescente a partir do início da atuação dos sistemas de chuva em Fortaleza (janeiro) e decresce na medida em que esses sistemas de chuva encerram a sua influência, nos meses de junho e julho. (47)

Isso podendo justificar associação das condições climáticas e a incidência desses tipos de arboviroses na região. Contudo, citado em sessões anteriores que essas influências estão interligadas as condições de mudanças climáticas, que podem desencadear a alteração desses ciclos na região, fortalecendo ou não a incidência de nova arboviroses. (47)

Vale ressaltar, que o processo de mitigação e adaptação estão bastante interligadas as condições de vulnerabilidade social, com isso priorizando maiores ações para essas comunidades que se encontram nessa situação. (47)

O predomínio do ciclo de transmissão das arboviroses nas cidades remete a questões complexas relacionadas à predisposição climática somada, aos processos de urbanização, a mobilidade populacional e a globalização. (47)

Os fenômenos climáticos podem causar impactos na saúde por meio de mecanismos combinados, diretos ou indiretos, como exemplo a associação de condições pluviométricas, temperatura. (48)

No caso do Brasil, existem várias doenças infecciosas que são sensíveis às variações do clima, principalmente aquelas de transmissão vetorial. Ainda não se conhecem todas as doenças sensíveis ao clima (DSC). Dentro disso, é prescindível compreender os mecanismos de exposição, ou seja, quais variáveis climáticas podem influenciar a incidência de doenças e como esse processo se dá. (48)

Análises preliminares indicam que a densidade populacional e redes de contatos entre os indivíduos podem influenciar a quantidade de casos existentes da arboviroses. Estudos analisam a proximidade geográfica dos casos existentes, investigando a existência ou não de clusterização espaço temporal e dados epidemiológicos das arboviroses. (44)

Informações relativas às idades dos indivíduos acometidos com arboviroses, buscando analisar se existe correlação entre os casos autóctones, dados epidemiológicos, a região geográfica, condições climáticas e os deslocamentos (ou a falta deles). Além disso, realizar análises mais sofisticadas para investigar a existência ou não de correlações estatísticas entre variáveis de interesse e os pontos estratégicos, como exemplo de clima e surgimento das arboviroses e com isso

aplicando análises de modelagens. (44)

Esses quesitos têm sido objeto de muitos estudos e suas respostas permitem definir prioridades em pesquisa, políticas públicas e ações de vigilância em saúde voltadas ao monitoramento e controle dos impactos relacionados as condições climáticas. (49)

Considerando-se os aspectos expostos nas sessões anteriores, verifica-se que existem vários fatores de associações entre as condições climáticas que podem ser interferidas pelas mudanças climáticas, que possam desencadear novos surtos das arboviroses em regiões não endêmicas, justamente por que as alterações ambientais estão deixando ambientes mais propícios para reprodução vetorial das arboviroses emergentes no Brasil.

Além disso, o Brasil dispõe de uma grande legislação no diz que diz a respeito de mudanças climáticas e saúde humana, para mais, relacionadas às arboviroses. Apesar disso, a associação entre essas políticas que possam desenhar novas ideias de políticas públicas em saúde e outros mecanismos de prevenção e promoção em saúde, ainda se tornam pouco densas no que se diz sobre ações pactuadas.

Este trabalho tem o intuito de analisar essas duas proposições citadas nos parágrafos anteriores, com isso abrindo uma pesquisa de revisão de escopo e verificando as principais lacunas dentro dessa pesquisa, possibilitando novos desafios para pesquisadores e gestores na área política, assistencial e em saúde.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar o panorama sobre a relação existente entre variações climáticas e o desenvolvimento de doenças transmitidas por arboviroses no Brasil e os desafios da saúde pública, relacionados às mudanças climáticas e arboviroses, a partir da literatura científica.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar as principais arboviroses emergentes no Brasil e correlacionar o seu aparecimento com as mudanças climáticas;
- Contextualizar os desafios da saúde pública, relacionadas às mudanças climáticas e arboviroses encontrados na literatura científica.

### 3 MÉTODO

A metodologia usada foi *Scoping Review* (revisão de escopo), descrita no manual de Revisores do Instituto Joanna Briggs (50,51). O estudo consiste em uma revisão descritiva transversal. No qual entra a importância do *Scoping review*, que analisou o mapeamento das informações, onde relacionou-se os estudos que façam a associação de um desfecho ou agravo das arboviroses emergentes e com as mudanças climáticas que influenciam o clima no Brasil. Além disso, contextualizou e analisou os desafios da saúde pública que atuam sobre o tema.

Para deliberações de uma revisão de escopo, as “fontes” de informações podem incluir qualquer literatura existente, por exemplo: pesquisas primárias, revisões sistemáticas, meta-análises, cartas, documentos oficiais, etc. (50,51)

O revisor pode querer deixar a fonte de informação “aberta” para permitir a inclusão de todas e quaisquer fontes. De outro modo, o revisor pode querer impor limites sobre os tipos de fontes que desejam incluir. Isto pode ser feito com base em algum conhecimento dos tipos de fontes que seriam mais úteis e apropriadas para um tópico específico. (50,51)

A revisão de escopo é a metodologia que pode responder os objetivos e a pergunta orientada deste trabalho em razão de sua amplitude e da proposta, que permite identificar as lacunas existentes na literatura científica sobre o tema analisado. Essa ideia é reiterada pela argumentação dos autores, que indicam para o fato de que as revisões de escopo apresentem grande utilidade para a síntese de evidências de pesquisa, sendo muitas vezes utilizadas para o mapeamento de temas específicos a partir da literatura. (50,51)

Os estudos de escopo obedecem a cinco etapas metodológicas para o seu desenvolvimento, são elas: 1. Definição da pergunta da pesquisa, da qual se partirá para conduzir a busca; 2. Identificação dos estudos relevantes, considerando-se a orientação aplicada à pesquisa; 3. Seleção dos documentos; 4. Aplicação dos critérios de inclusão e exclusão para definir os documentos que irão ser analisados; e 5. Etapa de sistematização, categorização, resumo e relato dos resultados. (50,51)

Para essa dissertação foi definida a pergunta de pesquisa utilizando o acrônimo ECLIPSE (Expectativa, População, Localização, Impacto, Profissionais e Serviços), conforme consta no quadro (1): Quais são os critérios relacionados sobre os efeitos das mudanças climáticas e surgimento de arboviroses sobre a população humana,

focado no território brasileiro. E analisar as políticas públicas em saúde e os gestores, sobre seus papéis relacionados entre as mudanças climáticas e as principais arboviroses.

Os descritores foram construídos juntamente com o bibliotecário da Universidade de Brasília-UnB. Com isso, por meio de vocabulários controlados pelo DeCS e MeSH, seguindo os padrões principais das palavras chaves da pesquisa. DeCS: Mudanças climáticas; Aquecimento global; Dengue; Zika; Chikungunya; Doenças transmissíveis emergentes; Infecção por arboviroses; Saúde pública. MeSH: Climate changes; Global warming; Dengue; Zika; Chikungunya; Emerging communicable diseases; Arbovirus infection; Public health.

Quadro (1) - Definição da pergunta de pesquisa a partir do Acrônimo ECLIPSE e indicação das descrições.

<b>Acrônimo</b>	<b>Descrições</b>
<b>Expectativa (E)</b>	Promover acesso às informações e relatos dos aspectos das arboviroses, mudanças climáticas e saúde pública, melhorando nas condições das políticas e serviços públicos de saúde;
<b>População (C)</b>	Brasileira;
<b>Localização (L)</b>	Brasil;
<b>Impacto (I)</b>	Propor novas pesquisas que possam facilitar novas políticas públicas em saúde;
<b>Profissionais (P)</b>	Gestores em saúde
<b>Serviços (SE)</b>	Prover acesso às informações coexistentes em saúde pública, em relações das mudanças climáticas com as arboviroses emergentes.

Fonte: Elaborado pelo autor

Este estudo foi realizado no período de agosto de 2019 a agosto de 2021, no período de 24 meses. As bases de dados consultadas para a captura de documentos

publicados referente a pesquisa, se apresenta no quadro (2). Cumpre destacar que o período de encerramento da pesquisa em maio 2021 foi estabelecido visando o cumprimento do cronograma previsto para finalização deste trabalho, incluindo a elaboração e submissão do artigo.

Quadro (2) - Base de dados consultadas para a coleta de dados.

Base de dados	Descrição
PubMed	Contêm mais de 26 milhões de citações da literatura biomédica do MEDLINE, Life Science Journal se online books. MEDLINE é a base de dados bibliográficos da Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos da América
Cochrane	É uma coleção de seis bases de dados que contêm diferentes tipos de evidências independentes de alta qualidade para informar a tomada de decisões na área da saúde e mais um sétimo banco de dados que fornece informações sobre os grupos Cochrane: Cochrane Database of Systematic Reviews (CDSR)
Scopus	É o maior banco de dados de resumos e citações da literatura com revisão por pares: revistas científicas, livros, processos de congressos e publicações do setor. Oferecendo um panorama abrangente da produção de pesquisas do mundo nas áreas de ciência, tecnologia, medicina, ciências sociais, artes e humanidades, a solução Scopus disponibiliza ferramentas inteligentes para monitorar, analisar e visualizar pesquisas.
Web of Science	Essa é uma base multidisciplinar que oferece acesso a mais de 12.000 revistas de Ciências, Ciências Sociais, Artes, Humanidades, Anais de Conferências Internacionais, Simpósios, Seminários, Colóquios, Oficinas e Convenções
BVS	Base de dados de acesso livre e gratuito, com informações técnico-científicas que são produzidas pelo Sistema Único de Saúde (SUS) e por instituições acadêmicas. Além disso, ela indexa resultados de variadas bases de dados, tais como Lilacs e Pubmed, entre outras
Lilacs	É uma base de dados de literatura da América Latina e Caribe.
ProQuest	É a maior base de dados de texto completo multidisciplinar disponível no mercado hoje. Este recurso fornece acesso a quase 40 dos bancos de dados completos do ProQuest, com uma variedade de tipos de

	conteúdo em mais de 175 assuntos, tornando este o recurso de pesquisa único mais abrangente do mundo.
Scielo	É um portal de revistas brasileiras que organiza e publica textos completos de revistas na Internet.
Google acadêmico	Visa a busca de artigos, teses, livros dissertações, TCCs e materiais de bases de dados acadêmicos aberto como Altametric, Wiley e Google Books

Fonte: Elaborado pelo autor

## 4 RESULTADOS

Os resultados deste estudo são apresentados na modalidade de dois produtos distintos: o primeiro deles é o protocolo de pesquisa que originou e orientou o desenvolvimento da investigação principal e o segundo é o manuscrito do artigo que está em processo de submissão a um periódico científico.

### 4.1 PROTOCOLO DE PESQUISA

Soares PA da S, Fenner A, Takeuti A, Guilhem D. Mudanças climáticas, arboviroses emergentes no Brasil e desafios para a saúde pública: protocolo de revisão de escopo. 11 de novembro de 2020 [citado em 20 de julho de 2021]; Disponível em: [https://osf.io/swptm/?view\\_only=c21b709160444d199cd2032261c0b474](https://osf.io/swptm/?view_only=c21b709160444d199cd2032261c0b474)

#### 1. Resumo

**Introdução:** Evidências demonstram que mudanças climáticas devido à emissão atmosférica de gases de efeito estufa (GEE) têm levantado preocupações sobre o impacto dessas mudanças sobre a saúde humana. Em relação as doenças causadas por arbovírus existem estudos que demonstram essa associação entre clima, mudanças climáticas e surgimentos das arboviroses. Diante dessas evidências, podemos considerar que as mudanças climáticas podem interferir na saúde humana e, assim, ocasionar novos desafios para a saúde pública. **Método e Análise:** Trata-se de uma revisão de escopo que incluirá documentos publicados no período de 10 anos nas seguintes bases de dados: Pubmed, Cochrane, Scopus, Web of Science, Biblioteca Virtual em saúde BVS, Lilacs. Além disso, serão pesquisados documentos provenientes das seguintes bases de literatura cinzenta: ProQuest, Scielo e Google Scholar. Se utilizará o PRISMA – ScR Checklist para a condução da pesquisa e apresentação dos resultados. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, os documentos serão organizados em categorias com uso do programa Rayyan QCRI. **Descritores:** Mudanças climáticas; Aquecimento Global; Dengue; Zika; Chikungunya; Doenças transmissíveis emergentes; Infecção por arbovirus e saúde pública.

#### 2. Introdução

Evidências de alterações climáticas em virtude da emissão atmosférica dos gases do efeito estufa (GEE) têm despertado atenção acerca do impacto das mudanças climáticas sobre a saúde humana e principalmente no que se refere as doenças zoonóticas. Segundo o 5º Relatório do Painel Intergovernamental das

Mudanças Climáticas (IPCC) é provável que haja aumento de 0,3 a 0,7°C na temperatura da superfície global no período de 2016 a 2035 em relação a 1986 a 2005. (1)

Este relatório apontou que embora haja evidências de problemas da saúde humana decorrentes as alterações climáticas, existem poucas referências que façam associações entre condições de saúde e mudanças climáticas, indicando uma lacuna do conhecimento e de pesquisas sobre essa temática. (1)

A modificação do clima, com aumento da temperatura média ao longo das últimas décadas, pode favorecer a criação de ambientes propícios à proliferação dos vetores de doenças, contribuindo também para gerar enfermidades e agravos diretos à saúde das pessoas em virtude de fenômenos climáticos. (2)

A abordagem do tema da vulnerabilidade foi feita por meio do conceito clássico de risco, entendido como a probabilidade da ocorrência de um efeito adverso ao bem-estar social, que afirmam que a vulnerabilidade está diretamente associada à capacidade de um grupo em resistir a efeitos nocivos e a perigos, com a possibilidade de se recuperar facilmente. (3)

Assim, a vulnerabilidade envolve uma combinação de fatores que determinam o grau, em que um grupo é colocado em risco por um evento discreto e identificável na natureza e ou sociedade. O conceito de vulnerabilidade social ascendeu-se amplamente a partir dos anos 80, por diversos teóricos que estabeleceram uma relação de causa e efeito, gerada entre a natureza e a sociedade. (3)

Nesta perspectiva, as mudanças climáticas ganham grande visibilidade, pois trazem profundas implicações sociais, econômicas, políticas, saúde e ambientais, interferindo diretamente no grau e ou percepção das vulnerabilidades sociais. As alterações no clima global irão influenciar diretamente na vida das populações, dadas por diferentes impactos. Neste segmento pôr em prática ações para mitigar os impactos negativos das mudanças climáticas sobre as populações, a fim de criar condições internas para o enfrentamento de suas consequências. (3)

Os impactos das mudanças climáticas sobre a saúde das pessoas são extremamente diferenciados, dependendo da vulnerabilidade dos grupos populacionais, sua capacidade de adaptação e resiliência. (4)

Identificar e analisar essas limitações e como elas interagem com a capacidade das adaptações das pessoas sobre os sistemas climáticos, tem sido um desafio para pesquisadores e afiliados ao campo teórico-analítico e interdisciplinar. (4)

Publicações têm buscado, a partir das pesquisas empíricas, estudos de casos e revisões de literatura, que contribuem com perspectivas teóricas sobre como alguns fatores e recursos, que influenciam as respostas que emergem para lidar com a questões climáticas e na capacidade adaptativa, através dos acessos e uso das informações científicas, recursos econômicos, capacidades tecnológicas, saúde e entre outros. (4)

Em linhas gerais, adaptação é compreendida como processos de ajustamentos para antecipar impactos adversos das mudanças climáticas e proporcionar enfrentamento que resultem na redução da vulnerabilidade social. (5)

No ano de 2007, o 4º relatório do IPCC destacou conclusões sobre os aspectos das mudanças climáticas na saúde, mencionando sobre as questões das vulnerabilidades, nos países de baixa renda, alterações no comportamento de vetores e o surgimento de doenças. (6)

Capacidade adaptativa é o potencial de mudar para um estado mais desejável frente aos impactos e riscos ocasionados pelas mudanças climáticas (7). Nesse sentido, emergem as seguintes discussões: o que constrói a capacidade adaptativa, ou ainda, que elementos facilitam ou limitam a adaptação? A partir desta ótica o conceito de adaptação em vez de um fim em si mesmo, representa uma trajetória por meio da qual dependências, oportunidades e mudanças se interagem criando espaços adaptativos que podem levar tanto à adaptação como a transformações positivas. (8) A adaptação buscaria reduzir riscos assegurando o bem-estar dos indivíduos, fortaleceria a capacidade adaptativa dos mais pobres e focalizaria nas causas de suas vulnerabilidades sociais, esses indivíduos que estão na margem da sociedade e no que se refere a pesquisa, as condições climáticas. (9)

Sob esta perspectiva seria possível agregar novas dimensões à adaptação: (i) busca ativa pela redução da pobreza e ou da vulnerabilidade; (ii) garantia de que as ações sejam sustentáveis a longo prazo e não deteriorem a resiliência de um sistema, a partir da ampliação do conceito seria possível definir prioridades em pesquisa, ensino, tomada de decisões nas políticas públicas e ações de vigilância em saúde. (8)

Doenças infecciosas apresentam algumas peculiaridades que as distinguem de outras enfermidades humanas, tais como o caráter imprevisível e explosivo em nível global, a transmissibilidade, a relação estreita entre o ambiente e o comportamento humano, bem como sua capacidade de prevenção e erradicação. (9)

Doenças infecciosas dependem intimamente da natureza e da complexidade

do comportamento humano, pois refletem diretamente quem somos, o que fazemos, e como vivemos e interagimos com outras pessoas, animais e meio ambiente. (10)

Outro aspecto singular é que a extraordinária adaptabilidade dos patógenos infecciosos - ou seja, suas capacidades reprodutivas e de mutação - lhes proporciona vantagem evolutiva temporária contra as pressões destinadas à sua destruição. Essas pressões incluem fatores ambientais e, ao mesmo tempo, a oportunidades de responder com novos antígenos vacinais. (11)

A maior parte dos patógenos responsáveis por doenças infecciosas humanas tem origem zoonótica, ou seja, são mantidos na natureza em ciclos que envolvem um vetor e um animal silvestre (por exemplo, macaco ou pássaro). Entretanto, com a modificação do ambiente causada por ações antrópicas associadas principalmente às atividades econômicas, que são fatores que proporcionam os efeitos das mudanças climáticas, muitos insetos vetores, como os mosquitos, tornaram-se sinantrópicos, favorecendo a transmissão dos patógenos ao homem. (12)

Além da interferência e da modificação dos ecossistemas pela ação humana, outros fatores também estão relacionados à emergência de arboviroses no nosso país. Entre eles o crescimento populacional urbano desordenado, o processo de globalização, ampliação do intercâmbio internacional e as mudanças climáticas. (13)

A compreensão dos mecanismos de exposição, incluindo quais seriam as variáveis climáticas que podem influenciar na incidência de doenças e como esse processo ocorre. Essas questões têm sido objeto de muitos estudos e suas respostas permitem definir prioridades em pesquisa, políticas públicas sociais em saúde e ações de vigilância em saúde, voltadas ao monitoramento e controle dos impactos relacionados as mudanças climáticas.

A entrada no Brasil das novas arboviroses, trazem novos desafios para o poder, público, a saúde pública, os gestores em saúde, os sistemas e profissionais de saúde e os pesquisadores. Esses atores precisam se organizar para realizar investigações ativas e contínuas sobre a relação entre clima e saúde, adaptação populacional, agentes etiológicos e fatores ambientais e sociais que podem estar associados à epidemia e ao surgimento de novos casos.

Assim, é necessário o fortalecimento de políticas de integração de vigilâncias em saúde, ambiental, entomológicas e epidemiológicas, popular com base territorial e para que possamos estabelecer métodos de controle e prevenção dessas doenças no país.

Considerando-se esse contexto, foi formulada a seguinte pergunta de pesquisa: *Como as mudanças climáticas no Brasil, influenciam o desenvolvimento das doenças relacionadas às arboviroses emergentes e quais seriam os desafios relacionados à saúde pública?* Para responder a esta pergunta definiu-se como objetivo buscar e analisar o panorama sobre a relação existente entre variações climáticas e o desenvolvimento de doenças transmitidas por arboviroses no Brasil e os desafios da saúde pública, relacionados às mudanças climáticas e arboviroses, a partir da literatura científica.

### **3. Método**

#### **3.1 Desenho do estudo**

Trata-se de uma revisão de escopo conforme o protocolo proposto Instituto Joanna Briggs (JBI). Esse método permite realizar um mapeamento das principais evidências disponíveis sobre o tema analisado, expondo as áreas de pesquisa e identificando a lacuna dos conhecimentos. (14,15)

A revisão de escopo é a metodologia que pode responder o objetivo e a pergunta da pesquisa deste trabalho, em razão da sua amplitude e da proposta, que permitem identificar as evidências existentes na literatura científica sobre o tema analisado. Essa ideia é reiterada na literatura, ao apontar para o fato de que as revisões de escopo apresentam grandes utilidades para a síntese de evidências de pesquisa. (14,15)

O estudo será orientado pelo Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR) Checklist. (14,15)

#### **3.2 Protocolo**

As revisões de escopo obedecem a cinco etapas metodológicas para o seu desenvolvimento: 1. Definição da pergunta da pesquisa, da qual se partirá para conduzir a busca; 2. Critérios de elegibilidade; 3. Estratégia de busca; 4. Extração dos dados; e 5. Análise dos dados e divulgação dos resultados<sup>19-21</sup>. A partir do protocolo, a pesquisa será conduzida seguindo com o processo de seleção dos artigos e sistematização, categorização, relato dos resultados e recomendações. (14)

### 3.3 Estratégia de busca

A estratégia de busca utilizará operadores booleanos, identificados pelos termos AND, OR e NOT. O uso de operadores booleanos permite obter combinações entre os termos a serem usados na pesquisa. Desse modo, é possível reunir termos tanto para ampliar como para reduzir a extensão da pesquisa, com a exclusão de termos dos resultados.

Nessa perspectiva, o termo AND é aplicado para combinar conceitos distintos e/ou blocos da pesquisa; o termo OR para buscar termos relacionados ao pesquisado ou sinônimos; e o termo NOT para excluir resultados.

Neste estudo serão utilizados os DeCS e MeSH, em combinação com sinônimos mapeados a partir dos subtemas que integram o trabalho, utilizando-se operadores booleanos representados pelos termos: AND, OR e NOT. Os descritores e palavras-chave (sinônimos) utilizados serão os seguintes, com suas respectivas traduções em espanhol:

- DeCS: Mudanças climáticas; Aquecimento global; Dengue; Zika; Chikungunya; Doenças transmissíveis emergentes; Infecção por arboviroses; Saúde pública;
- MeSH: Climate changes; Global warming; Dengue; Zika; Chikungunya; Emerging communicable diseases; Arbovirus infection; Public health.

Se utilizará, ainda, o recurso “termo exato” nas buscas, considerando-se apenas uma vez os documentos que tenham sido indexados em mais de uma base de dados. As estratégias de busca em cada base de dados estão identificadas no quadro abaixo:

Quadro (3) - Estratégia de busca

BASE DE DADOS	Português	Inglês	Espanhol
PUBMED		("Climate changes"[All Fields] OR "Global warming"[All Fields]) AND ("dengue"[Mesh Terms] OR "dengue"[All Fields] OR "zika"[Mesh terms] OR "zika"[All Fields] OR "Chikungunya" [Mesh	

		terms] OR "Chikungunya" [All Fields] OR "emerging communicable diseases"[Mesh Terms] OR "emerging communicable diseases"[All Fields] OR"arbovirus infection"[Mesh Terms] OR "arbovirus infection"[All Fields] ) AND ("Public health"[Mesh Terms]OR "Public health"[Mesh Terms])	
COCHRANE	("Mudanças climáticas" OU "Aquecimento global") E (dengue OU zika OU Chikungunya OU "doenças transmissíveis emergentes" OU "infecção por arbovírus") E "Saúde pública"	("Climate changes" OR "Global warming") AND (dengue OR zika OR Chikungunya OR "emerging communicable diseases" OR "arbovirus infection") AND "Public health"	("Cambio climático" O "Calentamiento global") Y (dengue O zika O Chikungunya O "enfermedades transmisibles emergentes" O "infección por arbovirus") Y "Salud pública"
SCOPUS		("Climate changes" OR "Global warming") AND (dengue OR zika OR Chikungunya OR "emerging communicable diseases" OR "arbovirus infection") AND "Public health"	
WEB OF SCIENCE	("Mudanças climáticas" OU "Aquecimento global") E (dengue OU zika OU Chikungunya OU "doenças transmissíveis emergentes" OU "infecção por arbovírus") E "Saúde pública"	("Climate changes" OR "Global warming") AND (dengue OR zika OR Chikungunya OR "emerging communicable diseases" OR "arbovirus infection") AND "Public health"	("Cambio climático" O "Calentamiento global") Y (dengue O zika O Chikungunya O "enfermedades transmisibles emergentes" O "infección por arbovirus") Y "Salud pública"
BVS	("Mudanças climáticas" OU "Aquecimento global") E (dengue	("Climate changes" OR "Global warming") AND (dengue OR zika OR Chikungunya OR "emerging	("Cambio climático" O "Calentamiento global") Y (dengue O zika O Chikungunya

	OU zika OU Chikungunya OU "doenças transmissíveis emergentes" OU "infecção por arbovírus") E "Saúde pública"	communicable diseases" OR "arbovirus infection") AND "Public health"	O "enfermedades transmisibles emergentes" O "infección por arbovirus") Y "Salud pública"
LILACS	("Mudanças climáticas" OU "Aquecimento global") E (dengue OU zika OU Chikungunya OU "doenças transmissíveis emergentes" OU "infecção por arbovírus") E "Saúde pública"	("Climate changes" OR "Global warming") AND (dengue OR zika OR Chikungunya OR "emerging communicable diseases" OR "arbovirus infection") AND "Public health"	("Cambio climático" O "Calentamiento global") Y (dengue O zika O Chikungunya O "enfermedades transmisibles emergentes" O "infección por arbovirus") Y "Salud pública"
ProQuest	("Mudanças climáticas" OU "Aquecimento global") E (dengue OU zika OU Chikungunya OU "doenças transmissíveis emergentes" OU "infecção por arbovírus") E "Saúde pública"	("Climate changes" OR "Global warming") AND (dengue OR zika OR Chikungunya OR "emerging communicable diseases" OR "arbovirus infection") AND "Public health"	("Cambio climático" O "Calentamiento global") Y (dengue O zika O Chikungunya O "enfermedades transmisibles emergentes" O "infección por arbovirus") Y "Salud pública"
Scielo Google	("Mudanças climáticas" OU "Aquecimento global") E (dengue OU zika OU Chikungunya OU "doenças transmissíveis emergentes" OU "infecção por arbovírus") E "Saúde pública"	("Climate changes" OR "Global warming") AND (dengue OR zika OR Chikungunya OR "emerging communicable diseases" OR "arbovirus infection") AND "Public health"	("Cambio climático" O "Calentamiento global") Y (dengue O zika O Chikungunya O "enfermedades transmisibles emergentes" O "infección por arbovirus") Y "Salud pública"
Google Scholar	("Mudanças climáticas" OU "Aquecimento global") E (dengue OU zika OU Chikungunya OU "doenças transmissíveis emergentes" OU "infecção por	("Climate changes" OR "Global warming") AND (dengue OR zika OR Chikungunya OR "emerging communicable diseases" OR "arbovirus infection") AND "Public health"	("Cambio climático" O "Calentamiento global") Y (dengue O zika O Chikungunya O "enfermedades transmisibles emergentes" O "infección por arbovirus") Y "Salud pública"

	arbovírus") E "Saúde pública"		
--	-------------------------------	--	--

Fonte: Elaborado pelo autor

### 3.4 Critério de inclusão e exclusão

Os critérios de inclusão foram artigos, livros, teses, relatórios técnicos, dissertações publicadas no período de 2011 a 2021 que buscassem:

- 1) Estudar a associação das arboviroses emergentes no Brasil a uma ou mais variações climáticas;
- 2) Explicitar o desfecho das arboviroses emergentes e variações climáticas, ou seja, indicar claramente qual doença foi considerado com qual variável climática ou climáticas de resposta; e
- 3) Contexto e análise dos desafios da saúde pública, sobre as mudanças climáticas e arboviroses.

Foram excluídos estudos referentes a zoologia, botânica, clínica médica e bacteriologia; artigos dos estudos de desastres (inundação); relatórios técnicos fora do tema do estudo; artigos cujo desfechos não eram doenças, por exemplo, suicídio; e estudos que não explicitavam a variável climática em análise e artigos que não discutem diretamente os desafios da saúde pública, mudanças climáticas e arboviroses.

### 3.5 Tipos de estudo

Documentos disponibilizados na íntegra, que fazem referências aos requisitos indicados nos objetivos da pesquisa.

### 3.7 Seleção dos estudos

Serão selecionados estudos que apresentem, em seu resumo, título ou palavras chaves, que referencie aos requisitos mudanças climáticas ou aquecimento global que possa interferir na saúde humana, através da incidência de arboviroses emergentes, além disso que façam análises de políticas públicas em saúde, que façam relação com a temática no período de 2011 a 2021.

Os artigos recuperados serão consolidados no programa Rayyan QCRI, para

análise de duplicidade e leituras de resumo na íntegra. A primeira e a segunda leitura serão realizadas em pares, a partir dos critérios de elegibilidade. Em caso de divergência relacionada à inclusão e ou exclusão da publicação no estudo, um terceiro avaliador irá definir sobre sua legibilidade.

### **3.8 Extração**

A extração dos achados será realizada identificando-se autores, ano, título, periódico, tipo de publicação, tipo de estudo, relação existente entre variações climáticas e o desenvolvimento de doenças transmitidas por arboviroses no Brasil, contextualizando-se artigos selecionados para os desafios da saúde pública relacionadas as mudanças climáticas e arboviroses.

A partir disso será possível consolidar os dados em categorias, cuja síntese de resultados ocorrerá a partir da técnica de organização dos resultados. Será adotada análise descritiva para a síntese dos achados, a partir das categorias de análises definidas. Os resultados serão apresentados em números absolutos (14,15).

## **4. Sumário dos resultados**

Os resultados desta revisão de escopo serão apresentados por meio de Figura (Fluxograma) e quadros em formato descritivo. As análises dos documentos incluídos no estudo também serão apresentadas na forma de quadros, indicando sua distribuição informações sobre o título do artigo, ano de publicação, autor, amostra, objetivos de estudo, principais conclusões e descobertas e principais descobertas relacionadas a pergunta de revisão de escopo. Logo depois, serão discutidas as associações entre as mudanças climáticas e surgimentos de arboviroses no Brasil. (14)

Em seguida, de forma analítica e contextual, serão analisados os desafios da saúde pública, referente as mudanças climáticas e arboviroses. Um resumo narrativo acompanhará os resultados apresentados em quadros, descrevendo os resultados de cada estudo incluído e que estão relacionados ao objetivo e à questão desta revisão. As lacunas encontradas nas pesquisas e as possíveis limitações desta revisão serão apontadas.

## **5. Discussão**

### **5.1 Aplicação**

O objetivo principal desta revisão é explorar as evidências disponíveis sobre as condições que as mudanças climáticas podem interferir nos surgimentos das arboviroses emergentes no Brasil. Além disso, analisar e contextualizar as principais políticas públicas em saúde, relacionadas ao tema.

### **5.2 Disseminação**

As sínteses dos resultados obtidos serão divulgadas por meio da publicação dos resultados em formato de artigo submetido às Revistas Científicas revisadas por pares, além de apresentações em Congressos e Eventos Científicos.

## **6. Conclusão**

As conclusões desta revisão de escopo informarão os tomadores de decisão, gestores de serviços de saúde e profissionais de saúde sobre a inclusão de integração das vigilâncias em saúde, com isso propondo novos desafios a saúde pública, no que se interfere entre variações climáticas, arboviroses e medidas que possam diminuir as incidências e provocar novas medidas de prevenção sobre o tema.

Os pontos fortes deste estudo se referem a uma bibliografia em ascensão na pesquisa mundial. Também serão usadas diferentes estratégias para divulgar amplamente os resultados. Como potencial de limitação, se poderia citar um pequeno número de artigos, mesmo que estejam em ascensão como divulgados em algumas pesquisas. Além disso, poucas referências brasileiras e no que diz sobre associação de fatores de mudanças climáticas, arboviroses emergentes e políticas públicas em saúde.

## 7. Referências

1. Edenhofer O, Kadner S, Stechow C von, Schwerhoff G, Luderer G. Linking climate change mitigation research to sustainable development. Handbook of Sustainable Development [Internet]. 26 de setembro de 2014 [citado 14 de julho de 2021]; Disponível em: <https://www.elgaronline.com/view/edcoll/9781782544692/9781782544692.00044.xml>
2. Barcellos C, Hacon S de S. Um grau e meio. E daí? Cad Saúde Pública [Internet]. 2016 [citado 14 de julho de 2021];32(3). Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-311X2016000300301&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2016000300301&lng=pt&tlng=pt)
3. Santos MR da S, Vitorino MI, Pimentel MA da S. Vulnerabilidade e mudanças climáticas: análise socioambiental em uma mesorregião da Amazônia. Rev ambiente água. 23 de agosto de 2017;12(5):842
4. Giulio GMD, Martins AMB, Lemos MC. Adaptação climática: Fronteiras do conhecimento para pensar o contexto brasileiro. Estud av. dezembro de 2016;30(88):25-41
5. Solomon S, Intergovernmental Panel on Climate Change, Intergovernmental Panel on Climate Change, organizadores. Climate change 2007: the physical science basis: contribution of working group i to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge; New York :Cambridge University Press; 2007. 996
6. Zezzo LV, Coltri PP, De Miranda MJ, Júnior JZ. Doenças infecciosas no contexto das mudanças climáticas e da vulnerabilidade socioambiental. RBCLima [Internet]. 8 de junho de 2021 [citado 5 de outubro de 2021]; 28. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/75500>
7. Differentiating capacities as a means to sustainable climate change adaptation. Global Environmental Change. 1º de julho de 2014;27:1-8.
8. Reconceptualising adaptation to climate change as part of pathways of change and response. Global Environmental Change. 1º de setembro de 2014;28:325-36
9. Brown K, Westaway E. Agency, capacity, and resilience to environmental change: lessons from human development, well-being, and disasters. Annu Rev Environ Resour. 21 de novembro de 2011;36(1):321-42.
10. Morens DM, Folkers GK, Fauci AS. The challenge of emerging and re-emerging infectious diseases. Nature. Julho de 2004;430(6996):242-9.

11. Bradley TJ. Summary of the proceedings of the 1918 meeting of the american conference of pharmaceutical faculties at chicago, illinois, august 12-13, 1918. Journal of the American Pharmaceutical Association. 1918;7(9):799-800
12. Stoco S, Almeida LC. Escolas municipais de Campinas e vulnerabilidade sociodemográfica: primeiras aproximações. Rev Bras Educ. dezembro de 2011;16(48):663-94.
13. Eventos extremos | Observatório de Clima e Saúde [Internet]. [citado 14 de julho de 2020]. Disponível em: <https://climaesaude.icict.fiocruz.br/tema/eventos-extremos-0>
14. Joanna Briggs Institute. Joanna Briggs Institute reviewers' manual: 2011 edition. Adelaide: The Joanna Briggs Institute; 2020
15. Joanna briggs institute reviewers manual 2014 edition - pdf free download [Internet]. [citado 20 de julho de 2020]. Disponível em: <https://docplayer.net/6678504-Joanna-briggs-institute-reviewers-manual-2014-edition.html>.

## 4.2 MANUSCRITO DO ARTIGO

Soares PA da S, Fenner A, Takeuti, Guilhem D A. Mudanças climáticas, arboviroses emergentes no brasil e desafios para a saúde pública: Revisão de escopo. Em fase de submissão. **Revista Environmental Health Perspectives**. 2021.

O artigo apresenta uma revisão de escopo sobre o efeito das mudanças climáticas no surgimento das arboviroses no Brasil e uma breve discussão sobre as políticas públicas em saúde sobre o tema.

### **MUDANÇAS CLIMÁTICAS, ARBOVIROSES EMERGENTES NO BRASIL E DESAFIOS PARA A SAÚDE PÚBLICA: Revisão de Escopo**

#### **RESUMO**

Evidências demonstram que as mudanças climáticas devido à emissão atmosférica de gases de efeito estufa (GEE), têm levantado preocupações sobre o impacto dessas mudanças no clima sobre a saúde humana. Em relação às doenças causadas por arboviroses, existem estudos que demonstram essa associação entre clima, mudanças climáticas e surgimento das arboviroses. Diante dessas evidências, podemos considerar que essas mudanças climáticas podem interferir na saúde humana e, assim, buscar novos desafios para a saúde pública. O objetivo desse artigo é analisar o panorama sobre a relação existente entre variações climáticas e o desenvolvimento de doenças transmitidas por arboviroses no Brasil e os desafios da saúde pública, relacionados às mudanças climáticas e arboviroses, a partir da literatura científica. Trata-se de uma revisão de escopo que incluiu documentos publicados no período de 10 anos nas seguintes bases de dados: Pubmed, Cochrane, Scopus, Web of Science, Biblioteca Virtual em saúde BVS, Lilacs. Além disso, foram pesquisados documentos provenientes das seguintes bases de literatura cinzenta: ProQuest, Scielo e Google Scholar. Se utilizará o PRISMA – ScR Checklist para a condução da pesquisa e apresentação dos resultados. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, os documentos foram organizados em categorias com uso do programa Rayyan QCRI. Foram selecionados artigos publicados nos últimos 10 anos. Depois da avaliação e seleção, 15 estudos publicados e disponíveis nas bases de dados foram incluídos na revisão. A análise dos documentos contribuiu para gerar o mapeamento das arboviroses emergentes para uma ou mais variações climáticas que são influenciadas por mudanças climáticas no Brasil e a seleção e mapeamento dos artigos para discussão analíticas e contextual das políticas públicas em saúde. Observou-se a existência de poucos estudos que façam a associação entre mudanças climáticas e arboviroses no Brasil, especialmente no que trata de se discutir os desafios para a saúde pública. Os estudos demonstraram a importância dos processos de modelagem para análise de associações climáticas e arboviroses, e da falta de uma vigilância em saúde integrativa entre os serviços climáticos, saúde e análise de dados, o que apresenta para os gestores novos desafios no processo de

formulação de políticas públicas em saúde. Recomenda-se vigilância em saúde ativa, que procure colocar em prática políticas baseadas na temática das condições climáticas, arboviroses e saúde pública. Sugere-se, ainda a criação de um sistema integrado de vigilância em saúde das populações humanas, desenvolvimento de um sistema de alerta precoce de surto, por meio de processos de modelagem baseados em dados retrospectivos para promover a aplicação de controle imediato em situações de crise

**Palavras chaves:** Mudanças climáticas; Aquecimento Global; Dengue; Zika; Chikungunya; Doenças transmissíveis emergentes; Infecção por arboviroses e saúde pública.

## **ABSTRACT**

Evidence demonstrates that climate change due to atmospheric emission of greenhouse gases (GHG) has raised concerns about the impact of these climate changes on human health. Regarding diseases caused by arboviruses, there are studies that demonstrate this association between climate, climate change and the emergence of arboviruses. Given this evidence, we can consider that these climate changes can interfere with human health and, thus, seek new challenges for public health. The objective of this article is to present (or map), based on the scientific literature, an overview of the relationship between climatic variations and the development of diseases transmitted by arboviruses in Brazil, and to map and discuss related public health policies. This is a scope review that included documents published over a 10-year period in the following databases: Pubmed, Cochrane, Scopus, Web of Science, Virtual Health Library BVS, Lilacs. In addition, documents from the following gray literature databases were searched: ProQuest, Scielo and Google Scholar. The PRISMA – ScR Checklist will be used to conduct the research and present the results. After applying the inclusion and exclusion criteria, the documents were organized into categories using the Rayyan QCRI program. Articles published in the last 10 years were selected. After evaluation and selection, 15 studies published and available in the databases were included in the review. The analysis of the documents contributed to generate the mapping of emerging arboviruses for one or more climatic variations that are influenced by climate change in Brazil and the selection and mapping of articles for analytical and contextual discussion of public health policies. It was observed that there are few studies linking climate change and arboviruses in Brazil, especially when it comes to discussing the challenges for public health. The studies demonstrated the importance of modeling processes for the analysis of climate associations and arboviruses, and the lack of integrative health surveillance between climate services, health and data analysis, which presents managers with new challenges in the process of formulating public health policies. Active health surveillance is recommended, which seeks to put into practice policies based on the theme of climatic conditions, arboviruses and public health. It is also suggested the creation of an integrated health surveillance system for human populations, the development of an outbreak early warning system, through modeling processes based on retrospective data to promote the application of immediate control in crisis situations

**Keywords:** Climate change; Global warming; Dengue; Zika; Chikungunya; Emerging Communicable Diseases; Arbovirus infection and public health.

## INTRODUÇÃO

Evidências das alterações climáticas em virtude da emissão atmosférica de gases de efeito estufa (GEE), têm despertado atenção acerca do impacto das mudanças climáticas sobre a saúde humana e principalmente a que se refere as doenças vetoriais. Segundo o 5º Relatório do Painel Intergovernamental das Mudanças Climáticas (IPCC) é provável que haja aumento de 0,3 a 0,7°C na temperatura da superfície global no período de 2016 a 2035 em relação a 1986 a 2005. (1)

Este relatório apontou que embora haja evidências de problemas da saúde humana decorrentes as alterações climáticas, existem poucas referências que façam associações entre condições de saúde e mudanças climáticas, indicando uma lacuna do conhecimento e de pesquisas sobre essa temática. (1)

A modificação do clima, com aumento da temperatura média ao longo das últimas décadas, pode favorecer a criação de ambientes propícios à proliferação dos vetores de doenças, contribuindo também para gerar enfermidades e agravos diretos à saúde das pessoas em virtude de fenômenos climáticos. (2)

Os impactos das mudanças climáticas sobre a saúde das pessoas são extremamente diferenciados, dependendo da vulnerabilidade dos grupos populacionais, sua capacidade de adaptação e resiliência.

Identificar e analisar essas limitações e como elas interagem com a capacidade das adaptações das pessoas sobre os sistemas climáticos, tem sido um desafio para pesquisadores e afiliados ao campo teórico-analítico e interdisciplinar. (3)

Publicações tem buscado a partir das pesquisas empíricas, estudos de caso e revisão de literatura, que contribuem com perspectivas teóricas sobre como alguns fatores e recursos, como acesso e uso das informações científicas, recursos econômicos, capacidades tecnológicas, saúde e entre outros, que influenciam as respostas que emergem para lidar com a questões climáticas e na capacidade adaptativa. (3)

Em linhas gerais, adaptação é compreendida como processos de ajustamentos para antecipar impactos adversos das mudanças climáticas e proporcionar enfrentamento que resultem na redução da vulnerabilidade social. (4)

No ano de 2007, o 4º relatório do IPCC destacou conclusões sobre os aspectos

das mudanças climáticas na saúde, mencionando sobre as questões das vulnerabilidades, nos países de baixa renda, alterações no comportamento de vetores e o surgimento de doenças. (5)

Capacidade adaptativa é o potencial de mudar para um estado mais desejável frente aos impactos e riscos ocasionados pelas mudanças climáticas (6). Nesse sentido, emergem as seguintes discussões: o que constrói a capacidade adaptativa, ou ainda, que elementos facilitam ou limitam a adaptação? A partir desta ótica o conceito de adaptação em vez de um fim em si mesmo, representa uma trajetória por meio da qual dependências, oportunidades e mudanças se interagem criando espaços adaptativos que podem levar tanto à adaptação como a transformações positivas. (7) A adaptação buscaria reduzir riscos assegurando o bem-estar dos indivíduos, fortaleceria a capacidade adaptativa dos mais pobres e focalizaria nas causas de suas vulnerabilidades sociais, esses indivíduos que estão na margem da sociedade e no que se refere a pesquisa, as condições climáticas. (8)

Sob esta perspectiva seria possível agregar novas dimensões à adaptação: (i) busca ativa pela redução da pobreza e/ou da vulnerabilidade; (ii) garantia de que as ações sejam sustentáveis a longo prazo e não deteriorem a resiliência de um sistema (7). A partir da ampliação do conceito seria possível definir prioridades em pesquisa, ensino, tomada de decisões nas políticas públicas e ações de vigilância em saúde.

Doenças infecciosas apresentam algumas peculiaridades que as distinguem de outras enfermidades humanas, tais como o caráter imprevisível e explosivo em nível global, a transmissibilidade, a relação estreita entre o ambiente e o comportamento humano, bem como sua capacidade de prevenção e erradicação (8). Doenças infecciosas dependem intimamente da natureza e da complexidade do comportamento humano, pois refletem diretamente quem somos, o que fazemos, e como vivemos e interagimos com outras pessoas, animais e meio ambiente. (9)

Outro aspecto singular é que a extraordinária adaptabilidade dos patógenos infecciosos - ou seja, suas capacidades reprodutivas e de mutação - lhes proporciona vantagem evolutiva temporária contra as pressões destinadas à sua destruição. Essas pressões incluem fatores ambientais e, ao mesmo tempo, a oportunidades de responder com novos antígenos vacinais. (10)

A maior parte dos patógenos responsáveis por doenças infecciosas humanas tem origem zoonótica, ou seja, são mantidos na natureza em ciclos que envolvem um vetor e um animal silvestre (por exemplo, macaco ou pássaro). Entretanto, com a

modificação do ambiente causada por ações antrópicas associadas principalmente às atividades econômicas, que são fatores que proporcionam os efeitos das mudanças climáticas, muitos insetos vetores, como os mosquitos, tornaram-se sinantrópicos, favorecendo a transmissão dos patógenos ao homem. (11)

Além da interferência e da modificação dos ecossistemas pela ação humana, outros fatores também estão relacionados à emergência de arboviroses no nosso país. Entre eles o crescimento populacional urbano desordenado, o processo de globalização, ampliação do intercâmbio internacional e as mudanças climáticas (12).

A compreensão dos mecanismos de exposição, incluindo quais seriam as variáveis climáticas que podem influenciar na incidência de doenças e como esse processo ocorre. Essas questões têm sido objeto de muitos estudos e suas respostas permitem definir prioridades em pesquisa, políticas públicas sociais em saúde e ações de vigilância em saúde, voltadas ao monitoramento e controle dos impactos relacionados as mudanças climáticas.

A entrada no Brasil de novas arboviroses, trazem novos desafios para o poder, público, a saúde pública, os gestores em saúde, os sistemas e profissionais de saúde e os pesquisadores. Esses atores precisam se organizar para realizar investigações ativas e contínuas sobre a relação entre clima e saúde, adaptação populacional, agentes etiológicos e fatores ambientais e sociais que podem estar associados à epidemia e ao surgimento de novos casos.

Assim, é necessário o fortalecimento de políticas de integração de vigilâncias em saúde, ambiental, entomológicas e epidemiológicas, popular com base territorial e para que possamos estabelecer métodos de controle e prevenção dessas doenças no país.

Portanto este trabalho busca analisar, por meio da literatura e de referências científicas, analisar o panorama sobre a relação existente entre variações climáticas e o desenvolvimento de doenças transmitidas por arboviroses no Brasil e os desafios da saúde pública, relacionados às mudanças climáticas e arboviroses.

## **METODOLOGIA**

### **Descrição da pesquisa**

Tratou-se de uma revisão de escopo conforme o protocolo proposto Instituto

Joanna Briggs (JBI). Esse método permitiu realizar um mapeamento das principais evidências disponíveis sobre o tema analisado, expondo as áreas de pesquisa e identificando a lacuna dos conhecimentos. (13,14)

A revisão de escopo é a metodologia que pode responder o objetivo e a pergunta da pesquisa deste trabalho, em razão da sua amplitude e da proposta, que permitem identificar as evidências existentes na literatura científica sobre o tema analisado. Essa ideia é reiterada na literatura, ao apontar para o fato de que as revisões de escopo apresentam grandes utilidades para a síntese de evidências de pesquisa. (13,14)

O estudo foi orientado pelo Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR) Checklist. (38,39)

As revisões de escopo obedecem a cinco etapas metodológicas para o seu desenvolvimento: 1. Definição da pergunta da pesquisa, da qual se partirá para conduzir a busca; 2. Critérios de elegibilidade; 3. Estratégia de busca; 4. Extração dos dados; e 5. Análise dos dados e divulgação dos resultados<sup>19-21</sup>. A partir do protocolo, a pesquisa será conduzida seguindo com o processo de seleção dos artigos e sistematização, categorização, relato dos resultados e recomendações. (13,14)

### **Procedimento para a coleta de dados: revisão de escopo**

O estudo adotou para elaboração da pergunta avaliativa o acrônimo ECLIPSE (Expectativa, população, localização, impacto, profissionais e serviços). A pergunta será: *Como as mudanças climáticas no Brasil, influenciam o desenvolvimento das doenças relacionadas às arboviroses emergentes e quais seriam os desafios relacionados à saúde pública?*

As buscas foram realizadas nas seguintes bases eletrônicas de dados: Pubmed, Cochrane, Scopus, Web of Science, Biblioteca Virtual em saúde BVS, Lilacs. Além disso, serão pesquisados documentos provenientes das seguintes bases de literatura cinzenta: ProQuest, Scielo e Google Scholar.

A principal estratégia de busca foram aplicadas com os seguintes descritores: ("Climate changes"[All Fields] OR "Global warming"[All Fields]) AND ("dengue"[Mesh Terms] OR "dengue"[All Fields] OR "zika"[Mesh terms] OR "zika"[All Fields] OR "Chikungunya" [Mesh terms] OR "Chikungunya" [All Fields] OR "emerging communicable diseases"[Mesh Terms] OR "emerging communicable diseases"[All

Fields] OR"arbovirus infection"[Mesh Terms] OR "arbovirus infection"[All Fields] ) AND ("Public health"[Mesh Terms]OR "Public health"[Mesh Terms]). Tanto no formato inglês, espanhol e português.

A estratégia de busca utilizou os operadores booleanos, identificados pelos termos AND, OR e NOT. O uso de operadores booleanos permite obter combinações entre os termos a serem usados na pesquisa. Desse modo, é possível reunir termos tanto para ampliar como para reduzir a extensão da pesquisa, com a exclusão de termos dos resultados. Por tal perspectiva, o termo AND é aplicado para combinar conceitos distintos e/ou blocos da pesquisa; o termo OR para buscar termos relacionados ao pesquisado ou sinônimos; e o termo NOT para excluir resultados.

### **Critérios de elegibilidade: critérios de inclusão e exclusão**

Os critérios de inclusão documentos publicados nas seguintes modalidades: artigos, livros, teses, relatórios técnicos, dissertações entre o período de 2011 a 2021 que buscassem:

- Estudar a associação das arboviroses emergentes no Brasil a uma ou mais variações climáticas; explicitar o desfecho das arboviroses emergentes e variações climáticas, ou seja, indicar claramente qual doença foi considerado com qual variável climática ou climáticas de resposta;
- Contexto e análise dos desafios da saúde pública, sobre as mudanças climáticas e arboviroses.

Foram excluídos estudos referentes a zoologia, botânica, clínica médica e bacteriologia; artigos dos estudos de desastres (inundação); relatórios técnicos fora do tema do estudo; artigos cujo desfechos não eram doenças, por exemplo, suicídio; e estudos que não explicitavam a variável climática em análise e artigos que não discutem diretamente os desafios da saúde pública, mudanças climáticas e arboviroses.

### **Seleção e análise**

Foram selecionados estudos que apresentem, em seu resumo, título ou palavras chaves, que referencie aos requisitos mudanças climáticas ou aquecimento global que possa interferir na saúde humana, através da incidência de arboviroses

emergentes no Brasil, além disso que façam análises de políticas públicas em saúde, em relação com a temática no período de 2011 a 2021.

Os artigos recuperados foram consolidados no programa Rayyan QCRI, para análise de duplicidade e leituras de resumo na íntegra. A primeira e a segunda leitura foram realizadas em pares, a partir dos critérios de elegibilidade. Em caso de divergência relacionada à inclusão e/ou exclusão da publicação no estudo, um terceiro avaliador irar definir sobre sua legibilidade.

As extrações dos achados foram realizadas identificando-se autores, ano, título, tipo de estudo, relação existente entre variações climáticas e o desenvolvimento de doenças transmitidas por arboviroses no Brasil e contextualizando artigos selecionados para os desafios da saúde pública relacionadas as mudanças climáticas e arboviroses. Com isso, consolidou-se em categorias, cuja síntese de resultados ocorreu a partir da técnica de categorização dos dados. Foram adotadas análises descritivas para a síntese dos achados, a partir das categorias de análises definidas. Os resultados serão apresentados em números absolutos.

Os resultados desta revisão de escopo foram apresentados por meio de Figura (Fluxograma) e quadros em formato descritivo. As análises dos documentos incluídos no estudo também foram apresentadas na forma de quadros, indicando sua distribuição informações sobre o título do artigo, ano de publicação, autores, amostra, objetivos do estudo, principais conclusões e descobertas e principais descobertas relacionadas a pergunta de revisão de escopo. Logo depois, foram discutidas as associações entre as mudanças climáticas e surgimentos de arboviroses no Brasil.

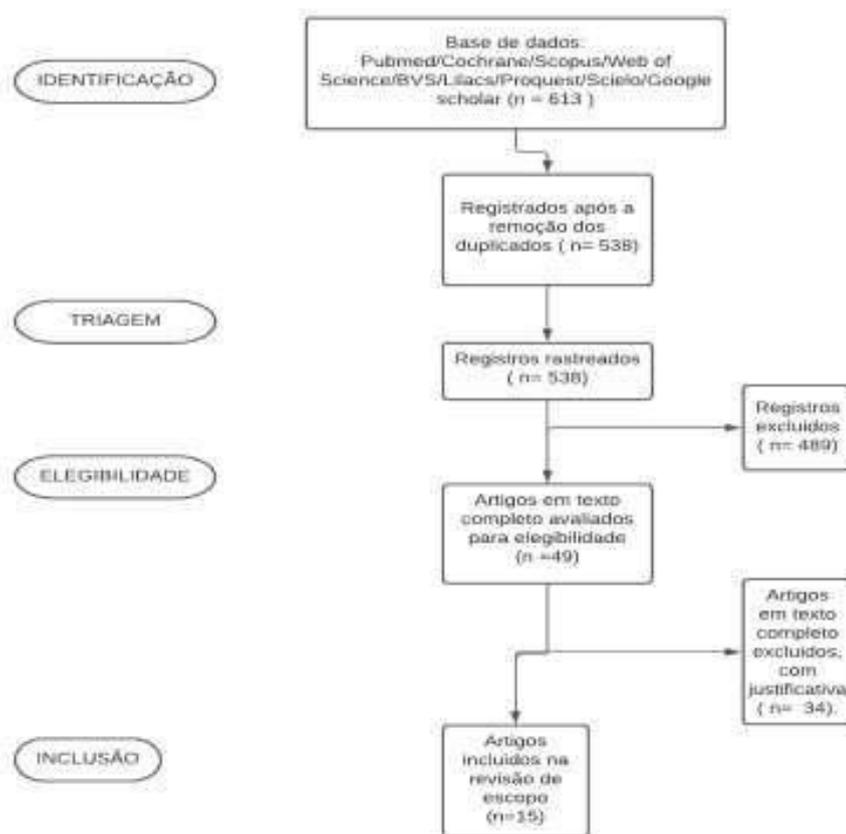
Em seguida, de forma analítica e contextual, foram analisados os desafios da saúde pública, referente as mudanças climáticas e arboviroses. Um resumo narrativo acompanhará os resultados, descrevendo os resultados de cada estudo incluído e que estão relacionados ao objetivo e à questão desta revisão. As lacunas encontradas nas pesquisas e as possíveis limitações desta revisão foram apontadas.

## **RESULTADOS**

As estratégias de buscas permitiram recuperar 613 (seiscentos e treze) artigos. Foram excluídos 75 (setenta e cinco) artigos duplicados. A pré-seleção, a partir dos exames dos títulos e resumos, resultou na inclusão de 49 (quarenta e nove) artigos,

desses artigos selecionados, foram feitas leituras de texto completo. Desses, foram incluídos 15 (quinze).

Figura 1 – Fluxograma das etapas de seleção dos artigos da revisão de escopo adaptado ao prisma.



Fonte: Adaptado checklist PRISMA (2021). (15)

As principais justificativas para exclusão das pesquisas foram: não estar de acordo com os objetivos e métodos de inclusão, essas análises foram concedidas, por meio das leituras do títulos e resumos propostos pelo objetivo da revisão. Dos artigos selecionados, 8 (oito) foram referentes aos objetivos apresentaram a partir da literatura científica, um panorama sobre a relação existente entre variações climáticas e o desenvolvimento de doenças transmitidas por arboviroses no Brasil e outros 7 (sete) artigos, foram relacionados aos contextos e análises aos desafios da saúde pública, relacionadas as mudanças climáticas e arboviroses.

O processo de busca e seleção dos estudos desta revisão, está apresentado no fluxograma (tabela 3), conforme recomendações do JBI, segundo checklist adaptado do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyses*

(PRISMA). (15)

Dentro dos artigos selecionados, construiu-se um quadro, que segue a baixo, seguindo o objetivo com o propósito de apresentar (ou mapear), a partir da literatura científica, um panorama sobre a relação existente entre variações climáticas e o desenvolvimento de doenças transmitidas por arboviroses no Brasil.

Quadro 1 – Mapeamento e apresentação dos artigos selecionados de acordo com o objetivo sobre o panorama sobre a relação existente entre variações climáticas e o desenvolvimento de doenças transmitidas por arbovírus no Brasil. Título do artigo, ano de publicação, autores e objetivo de estudo

<b>Título do artigo</b>	<b>Ano de publicação</b>	<b>Autores</b>	<b>Amostra</b>	<b>Objetivo do estudo</b>
1. Forecasting Zoonotic Infectious Disease Response to Climate Change: Mosquito Vectors and a Changing Environment (19).	2019	BARTLO W, Andrew W. et al.	Referência o Brasil	- Fornece uma estratégia para acoplar modelos climáticos e epidemiológicos para doenças infecciosas zoonóticas.
2. Forecasting dengue fever in Brazil: An assessment(23).	2019	Stolerman LM, Maia PD, Kutz JN.	Brasil	- Analisar os dados climáticos e epidemiológicos de sete grandes cidades brasileiras. (Aracaju, Belo Horizonte, Manaus, Recife, Rio de Janeiro, Salvador e São Luís); - Estimar a correlação das condições climáticas em diferentes épocas anteriores aos períodos epidêmicos, usando uma metodologia baseada em dados baseada em algoritmos de aprendizado de máquina para agrupamento.
3. Effects of climate change on the spread of zika virus: a public health threat (17).	2018	Asad H, Carpenter DO.	América do sul: Com alguns exemplos citando o Brasil.	- Como as mudanças climáticas afetam a gama de vetores zika.
4. The Impact of Global Environmental Changes on Infectious Disease	2017	Nava A, Shimabukuo JS, Chmura AA, Luz SLB.	Brasil	- Apresentar dentro de um contexto global a saúde pública, ameaças que podem surgir como impulsionadores das

Emergence with a Focus on Risks for Brazil (22).				mudanças ambientais que levam ao surgimento das doenças infecciosas no Brasil.
5. Environmental socialis and Social Change (16).	2017	Ali S, Gugliemini O, Haber S, Harrison A, Houle L, Ivory J, <i>et al.</i>	América	Avaliar as evidencias de gamas de mudanças ambientais e sociais e induzidas pelo homem que podem ter levado o surgimento do ZIKV
6.Environmental factors can influence dengue reported cases (21).	2017	Carneiro MAF, Alves B da CA, Gehrke F de S, Domingues JN, Sá N, Paixão S, <i>et al.</i>	Brasil	- Compreender as consequências da variabilidade temporal da temperatura do ar na ocorrência de dengue em uma área que abrange sete municípios da Grande São Paulo.
7.Recent and future environmental suitability to dengue fever in Brazil using species distribution model (20).	2014	Cardoso-Leite R, Vilarinho AC, Novaes MC, Tonetto AF, Vilaridi GC, Guillermo-Ferreira R.	Brasil	- Construir modelos de distribuição de vetores para identificar pontos
8.Expansion of the dengue transmission area in Brazil: the role of climate and cities (18).	2014	Barcellos, Christovam, and Rachel Lowe.	Brasil	- Examinar os padrões espaciais e temporais da expansão recente da dengue área de transmissão no Brasil (2001-2012), com o objetivo de identificar caminhos e restrições à dengue.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 2 – Mapeamento e apresentação dos artigos selecionados de acordo o objetivo sobre o panorama sobre a relação existente entre variações climáticas e o desenvolvimento de doenças transmitidas por arbovírus no Brasil, seguindo. Método do estudo dos artigos selecionados, principais conclusões e descobertas e principais descobertas relacionadas as perguntas de revisão de escopo. Seguindo a ordem de apresentação dos artigos da tabela acima.

<b>Metodologia do estudo</b>	<b>Principais conclusões e descobertas</b>	<b>Principais descobertas relacionada a pergunta de revisão de escopo</b>
1. Transversal (19)	- Acoplado modelos climáticos de última geração, validados	- Os dados em tempo real permitirão que os modelos

	com modelos epidemiológicos escalonáveis e verdadeiros.	sejam validados com estatísticas, e sensibilidade análises para testar hipóteses e previsões de futuras doenças infecciosas.
2. Análise prescritiva e preditiva (23)	<p>Os mosquitos <i>Aedes aegypti</i> respondem às condições climáticas é crucial para o desenvolvimento de sistemas de alerta precoce baseados no clima para a previsão da dengue; e</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Séries temporais de temperatura e precipitação para 7 (sete) capitais brasileiras onde houve significativa alternância entre anos epidêmicos e não epidêmicos.</li> <li>-</li> </ul>	<p>Mostramos que 2 (duas) variáveis climáticas, média de temperatura e frequência de precipitação, podem ser cruciais para previsão de dengue no Brasil.</p> <p>Condições climáticas no desenvolvimento das populações de <i>Aedes aegypti</i> são fundamentais para melhorar o momento dos esforços de controle de vetores e outras políticas.</p> <p>Os efeitos climáticos, que surgem nas proximidades dos oceanos, da selva, floresta, populações densas, etc. Provavelmente, desempenharam um papel significativo de surto, principalmente com as condições relacionadas a precipitação e a temperatura, que afetam o crescimento do vetor da doença <i>Aedes aegypti</i>.</p> <p>-</p>
3. Revisão sistemática (17)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O desenvolvimento larval de mosquitos vetores, aceleram com o aumento da temperatura ambiental. Em temperaturas mais altas, os estágios larvais amadurecem mais rápido;</li> <li>- O surgimento e reemergência do ZIKV está associado a alta temperatura e mudanças nos padrões de chuva;</li> <li>- Aquecimento global resulta em mosquitos aparecendo mais cedo e desaparecendo mais tarde do que antes;</li> <li>- Algumas espécies agora são até mesmo capazes de sobreviver durante os meses mais frios de inverno devido à adaptação. Com o aumento da temperatura, o período de incubação do vírus no mosquito diminui;</li> <li>- Os mosquitos florescem em ambientes quentes e climas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O 2015 El Niño, oscilou no sul da América e resultou em altas temperaturas no inverno e na primavera no nordeste brasileiro, que facilitou o surgimento e disseminação de <i>Aedes aegypti</i>. O surto de zika no Brasil se sobrepôs as regiões que experimentaram mudanças marcantes no clima causada pelo El Niño;</li> <li>- Embora nem sempre seja fácil traçar uma relação linear entre as mudanças climáticas e alcance do mosquito e duração da temporada, mas as fortes influências das mudanças climáticas nos habitats dos mosquitos não podem ser negligenciadas; e</li> <li>- Relativamente pouco sobre se sabe, como as mudanças climáticas irão conduzir a evolução do hospedeiro-patógeno no futuro.</li> </ul>

	<p>úmidos e com temperaturas crescentes em sua amplitude também se expande à medida que novas áreas se tornam habitats adequados; e</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uma vez os mosquitos têm condições favoráveis, um surto é iniciado com a introdução do vírus na</li> <li>- população.</li> </ul>	
4. Revisão sistemática (22)	<p>Vários estudos descreveram mudanças climáticas, perturbações de importantes ecossistemas e serviços ecossistêmicos, em grande escala desmatamento e urbanização como motores de uma ampla gama de doenças infecciosas com risco de vida, incluindo a dengue.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-</li> </ul>	<p>Maior incidência de casos da infecção pela dengue, chikungunya e zika, no Brasil é associado a áreas com chuvas mais frequentes e severas secas, uma vez que ambas aumentam os criadouros dos vetores.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-</li> </ul>
5. Revisão sistemática (16)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nas Américas, o ZIKV surgiu principalmente em regiões com temperaturas mais quentes no inverno, que também promovem práticas de armazenamento de água humana que podem aumentar o número de <i>Aedes aegypti</i>;</li> <li>- As mudanças climáticas podem ter colocado grande parte do Brasil em condições permissivas de transmissão durante todo o ano em 2015, potencialmente apoiando a propagação do ZIKV durante uma temporada de transmissão tipicamente baixa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mudanças ambientais e sociais afetam a distribuição do mosquito, a disponibilidade do habitat, contato humano e associação com arbovírus, por sua vez, promovendo a disseminação de doenças transmitidas por vetores como ZIKV.</li> </ul>
6. Transversal (21)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Meses de janeiro, fevereiro, março, abril e maio (de 2010 a 2013) foram os que</li> </ul>	<p>Embora a temperatura não apresente estatisticamente uma associação com casos registrados de dengue, pudemos verificar que os picos de temperatura</p>

	<p>apresentaram maior número de casos notificados. Descobriram que há uma associação estatística de umidade, com o casos notificados de dengue</p>	<p>coincidir com os picos do surto de dengue.</p> <p>-</p>
7. Ecológico (20)	<p>- Os resultados obtidos aqui mostram que a temperatura representa a principal restrição na distribuição de <i>Aedes aegypti</i>, principalmente isothermalidade, o que sugere que temperaturas constantes podem influenciar o risco epidemiológico da dengue, junto com sazonalidade da temperatura e variação anual da temperatura.</p>	<p>- Modelos preditivos também encontraram influência de variáveis climáticas em a distribuição do vetor da dengue.</p> <p>- O aquecimento global pode aumentar temperatura local em regiões com isoterma abaixo do mínimo aceitável para o desenvolvimento e sobrevivência do inseto, espalhando o risco da dengue para o sul em direção a novas áreas adequadas. Da mesma forma, as temperaturas podem ultrapassar o limite máximo de temperatura, o que explica a diminuição de adequação para o vetor no norte do Brasil.</p>
8. Transversal (18)	<p>- O gradiente decrescente de umidade, bem como a predominância de longos períodos de seca, não impede a ocorrência de surtos e transmissão sustentável de dengue na região semiárida nordestina. Nesse caso, seca é pensada para desempenhar um papel duplo de restrição criadouros naturais de mosquitos, mas estimulantes locais população para armazenar água em tanques improvisados.</p>	<p>- Cidades se tornaram ilhas de calor, que resulta em noites mais quentes e períodos de inverno. A redução da variabilidade da temperatura nas áreas centrais da cidade pode criar microclimas favoráveis para a reprodução do mosquito;</p> <p>- Classificar o clima em categorias fixas fornecem uma visão geral do papel da temperatura na sustentação transmissão da dengue. No entanto, os modelos dinâmicos podem ser úteis em estudos posteriores, por exemplo, considerando anual, variações sazonais e intra-sazonais de variáveis meteorológicas separadas; e</p> <p>- O concentração de surtos de dengue , destaca o risco futuro sob a perspectiva de mudanças</p>

		climáticas, por exemplo, estações quentes prolongadas e aumento das chuvas no sul do Brasil.
--	--	--

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 3 – Mapeamento e apresentação dos artigos selecionados de acordo com o objetivo sobre contextualização e análise dos desafios da saúde pública, relacionadas as mudanças climáticas e arboviroses encontrados na literatura científica. Título do artigo, ano de publicação, autores e objetivo de estudo.

<b>Título do artigo</b>	<b>Ano de publicação</b>	<b>Autores</b>	<b>Amostra</b>	<b>Objetivo do estudo</b>
1. O clima em transe: políticas de mitigação e adaptação no Brasil. (26)	2021	Filho SR, Lindoso DP, Bursztyn M, Nascimento CG.	Brasil	Demonstrar como os sistemas ambientais, sociais e políticos se relacionam para se avaliar de forma adequada a vulnerabilidade da população frente às mudanças climáticas
2. Modeling and predicting dengue incidence in highly vulnerable countries using panel data approach. (24)	2019	Anwar A, Khan N, Ayub M, Nawaz F, Shah A, Flahault A	Cita o Brasil	Examinar os efeitos das mudanças climáticas e variáveis socioeconômicas sobre a incidência de doenças transmitidas pela dengue em alguns dos países mais vulneráveis
3. The Impact of Global Environmental Changes on	2017	Nava A, Shimabukuo JS, Chmura AA, Luz SLB.	Brasil	- Apresentar dentro de um contexto global a saúde pública, ameaças que podem surgir como

Infectious Disease Emergence with a Focus on Risks for Brazil (22).				impulsionadores das mudanças ambientais que levam ao surgimento das doenças infecciosas no Brasil.
4. Arboviroses emergentes e novos desafios para a saúde pública no Brasil. (28)	2016	Lima-Camara TN	Brasil	discutir a recente entrada dos arbovírus Chikungunya (CHIKV), Febre do Oeste do Nilo (WNV) e Zika (ZIKV) no Brasil, com enfoque nos desafios para a Saúde Pública do País.
5. Climate Change and Public Health Policy: Translating the Science. (25)	2014	Braks M, Van Ginkel R, Wint W, Sedda L, Sprong H.	Cita o Brasil	Discutir várias abordagens científicas que investigam as mudanças climáticas e seu possível impacto na saúde pública e discutimos seus diferentes papéis e funções para desvendar a complexidade do assunto.
6.Recent and future environmental suitability to dengue fever in Brazil using species distribution model (20).	2014	Cardoso-Leite R, Vilarinho AC, Novaes MC, Tonetto AF, Vilardi GC, Guillermo-Ferreira R.	Brasil	- Construir modelos de distribuição de vetores para identificar pontos
7. Climate Change And Health Risks: Assessing And Responding To Them Through 'Adaptive Management'. (27)	2011	Ebi K	Cita o Brasil	Mostrar o papel da gestão adaptativa, em um processo estruturado de tomada de decisão em face de informações imperfeitas, é uma abordagem que pode ajudar o campo da saúde pública a antecipar, planejar e responder aos riscos à saúde das mudanças climáticas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 4 – Mapeamento e apresentação dos artigos selecionados de acordo sobre contextualização e análise dos desafios da saúde pública, relacionadas as mudanças climáticas e arboviroses encontrados na literatura científica . Método do estudo dos artigos selecionados, principais conclusões e descobertas e principais

descobertas relacionadas as perguntas de revisão de escopo. Seguindo a ordem de apresentação dos artigos da tabela acima.

<b>Metodologia do estudo</b>	<b>Principais conclusões e descobertas</b>	<b>Principais descobertas relacionada a pergunta de revisão de escopo</b>
1. Descritivo (26)	De fato, a severidade dos impactos não depende somente do fenômeno climático em si (fator de exposição), mas também da sensibilidade e da capacidade adaptativa dos sistemas sociais atingidos, esta última muito dependente de políticas públicas adequadas à realidade socioeconômica e ambiental do país.	Integração da política do clima com outros eixos de políticas públicas. Ainda há fragilidades, na medida em que as políticas setoriais ao mesmo tempo que passam a incorporar aspectos climáticos, ainda mantêm características e objetivos que se mostram contraditórios com as estratégias de enfrentamento das mudanças climáticas.
2. Análise descritiva (24)	Pretende-se investir na promoção do setor saúde por parte do governo e de organizações privadas para reduzir a incidência da doença. Para tanto, políticas adequadas de adaptação e mitigação precisam ser formuladas para conter o impacto das mudanças climáticas na saúde pública. A oferta de educação em saúde pode desempenhar um papel importante no fornecimento de conhecimento às pessoas no controle e prevenção da dengue. No entanto, na maioria dos países em desenvolvimento, a utilidade da educação em saúde torna-se complexa por fatores econômicos e políticos.	No entanto, corrigir o fator contributivo por trás da mudança climática, por meio de uma melhor conscientização por meio da educação e da facilitação da saúde pública, pode ajudar no gerenciamento de ocorrências e propagação de doenças transmitidas pela dengue
3. Descritivo (22)	Para evitar ou controlar surtos, sistemas integrados de vigilância e programas de extensão eficazes são essenciais	formulação de políticas e a importância de reconhecer os fatores antropogênicos, suas conexões ecológicas e a dinâmica de doenças, reservatórios e ambientes específicos.
4. Descritivo (28)	Profissionais da saúde e pesquisadores para a necessidade de uma investigação ativa e contínua acerca dos sintomas e sorologia específicos, dos vetores, dos agentes	faz-se necessário o fortalecimento e a integração das vigilâncias entomológica e epidemiológica, a fim de direcionarmos métodos de controle e prevenção contra essas doenças no País.

	etiológicos e dos fatores ambientais e sociais que podem estar associados às epidemias e ao surgimento de novos casos	
5. Análise descritiva (25)	Orientação através da abundância de artigos científicos e opiniões sobre o impacto das mudanças climáticas na saúde humana para aqueles que são novos no assunto, bem como lembrar os especialistas em saúde pública de seu caráter multifatorial e multidisciplinar	Apoiar os consultores de saúde pública no desenvolvimento de estratégias locais de saúde pública baseadas em evidências.
6. Ecológico (20)	Produção de mapas de riscos potenciais para cenários epidemiológicos atuais e futuros, a fim de fornecer dados para o planejamento de controle de vetores, através de condições climáticas	Informações úteis para agências de saúde e formuladores de políticas no enfoque de esforços em pontos críticos epidemiológicos.
7. Descritivo (27)	A gestão adaptativa, um processo estruturado de tomada de decisão diante de informações imperfeitas, é uma abordagem que pode ajudar o campo da saúde pública a antecipar, planejar e responder aos riscos à saúde das mudanças climáticas.	Gerenciamento adaptativo ele pode aumentar a eficácia das estratégias, políticas e programas locais e nacionais para gerenciar resultados de saúde sensíveis ao clima.

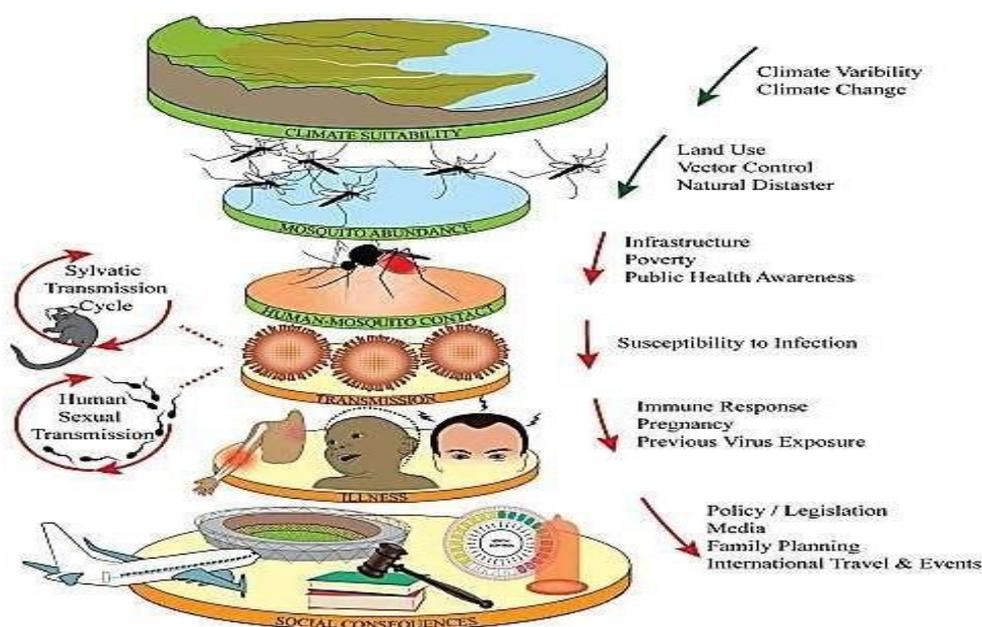
Fonte: Elaborado pelo autor.

## DISCUSSÃO

### 4.3 VARIAÇÕES CLIMÁTICAS E O DESENVOLVIMENTO DAS DOENÇAS TRANSMITIDAS POR ARBOVÍRUS NO BRASIL

Entre os estudos que analisaram as relações existentes entre as variações climáticas no Brasil e surgimento de arboviroses, identificamos 8 (oito) estudos que abordaram uma pesquisa realizada na América do Sul, citando diretamente ou indiretamente o Brasil no período de 2011 a 2021. Diante disso, as mudanças globais incluem um conjunto de fatores antropogênicos, que se intensificam com o crescimento populacional e estão mudando em conjunto, incluindo as mudanças climáticas, políticas sociais, pobreza e movimentos humanos. Esses fatores compartilham para influenciar a distribuição e abundância dos vetores, com o contato humano e a associação com as arboviroses, como segue o modelo abaixo: (16,17)

Figura 2 – Os fatores que influenciam a transmissão do Zika, doenças e consequências sociais. Adequação do clima, abundância dos mosquitos e contato humano, determinam parcialmente as taxas de transmissão do Zika. (17)



Fonte: Asad (2018)

Nas Américas, o Zika surgiu principalmente em zonas tropicais e subtropicais, onde as temperaturas do verão já são altamente adequadas para *Aedes aegypti*, apoiando o papel da adequação climática na condução da transmissão do Zika. De

acordo com os autores, as variações e ou as mudanças climáticas podem ter aumentado as temperaturas durante todo o ano até os níveis ideais para a transmissão do Zika, prolongando a estação de transmissão nas regiões tropicais e subtropicais. (17)

Evidenciaram-se que as mudanças climáticas também podem ser uma preocupação em regiões temperadas, onde as temperaturas anuais não são tipicamente adequadas para *Aedes aegypti*, com isso podendo deixar o ambiente propício para o desenvolvimento do vetor. Dentro dessas regiões, podemos citar a região sudeste e sul do Brasil. (17)

As temperaturas mais quentes do inverno, podem aumentar o número de *Aedes aegypti* e também a sobrevivência dos ovos no inverno, que podem expandir o alcance geográfico do vetor, juntamente com as arboviroses. Temperaturas mais quentes na primavera, verão e outono, podem estender a duração da estação de transmissão em áreas temperadas também. (17)

Como resultado, as mudanças e ou variações climáticas podem influenciar a geografia da transmissão do vetor e intensificar a ameaça do Zika nas regiões temperadas. Um conjunto de mudanças ambientais e sociais concomitantes, facilitam o surgimento global do Zika, alterando a ecologia global da transmissão vetorial. Nesse regime de transmissão intensificada, é provável que continuem a surgir epidemias explosivas de Dengue, Chikungunya e Zika. (18)

Segundo os autores, *Aedes aegypti* é o principal mosquito vetor conhecido por espalhar Dengue, chikungunya, Zika em regiões tropicais pelo mundo, como exemplo a América, que fornecem um habitat adequado para este mosquito. Como o clima do mundo está mudando e as temperaturas globais estão aumentando, podem-se esperar que a geodistribuição gráfica das doenças transmitidas por *Aedes aegypti* irar aumentar pelo mundo. (19)

De acordo com pesquisa dos autores Asad e Carpenter, a incidência de infecção por Zika em diferentes áreas do mundo, foi notado levando-se em consideração o tamanho da população afetada, mudanças no clima e processos de urbanização. (18)

Diante disso, a partir da revisão sistemática dos autores da pesquisa, resultados demonstraram que os mosquitos vetores vão além dos trópicos. Eles precisam de temperaturas apropriadas para sobreviver e se desenvolver. A emergência e reemergência de Zika, está associada com altas temperaturas e

mudanças nos padrões de chuva. Os mosquitos *Aedes aegypti* que transmitem Zika, não podem tolerar temperaturas abaixo de 10° C e acima de 35° C. (19)

O desenvolvimento larval dos mosquitos vetores, aceleram com o aumento da temperatura ambientes, com temperaturas mais altas e os estágios larvais amadurecem mais rápido. Aquecimento global resulta em mosquitos aparecendo mais cedo e desaparecendo mais tarde. Com o aumento da temperatura, o período de incubação do vírus na maioria diminui. (19)

EL Niño em 2015, oscilou no sul da América e resultou em altas temperaturas no inverno e na primavera no Brasil, principalmente na região do nordeste brasileiro, que facilitaram o surgimento e disseminação do *Aedes aegypti*. Com isso, acredita-se que o surto de Zika no Brasil se sobrepôs as regiões que experimentaram mudanças mais marcantes no clima causadas pelo El Niño no período. (20)

Constataram-se que os mosquitos desenvolvem em ambientes quentes, climas úmidos e com temperaturas crescentes em sua amplitude, também se expande à medida que novas áreas se tornam habitats adequados. Uma vez que os mosquitos têm condições favoráveis, um surto se começa em um determinado local. (20)

As Mudanças climáticas em locais temperados, como as regiões do sul da América, no caso, exemplificando o Brasil, podem se expandir ainda mais a duração da temporada de transmissão. Destaca-se que o El Niño é provavelmente um fator que contribui para a dispersão do Zika. (20)

O ciclo de vida dos mosquitos responsáveis pela transmissão do Zika é influenciado pelas mudanças climáticas, com o aquecimento global. Com isso, percebendo-se que a taxa de crescimento e dinâmica populacional do mosquito *Aedes aegypti*, pode-se haver uma associação com as mudanças climáticas. (20)

Dentro disso, observa-se que se continuar os efeitos das alterações climáticas e mantendo-se no ritmo atual, provavelmente promoverá o crescimento e propagação de vetores em latitudes mais altas. Contudo, a transmissão autóctone, depende do clima e das condições que controlam a abundância dos mosquitos. (20)

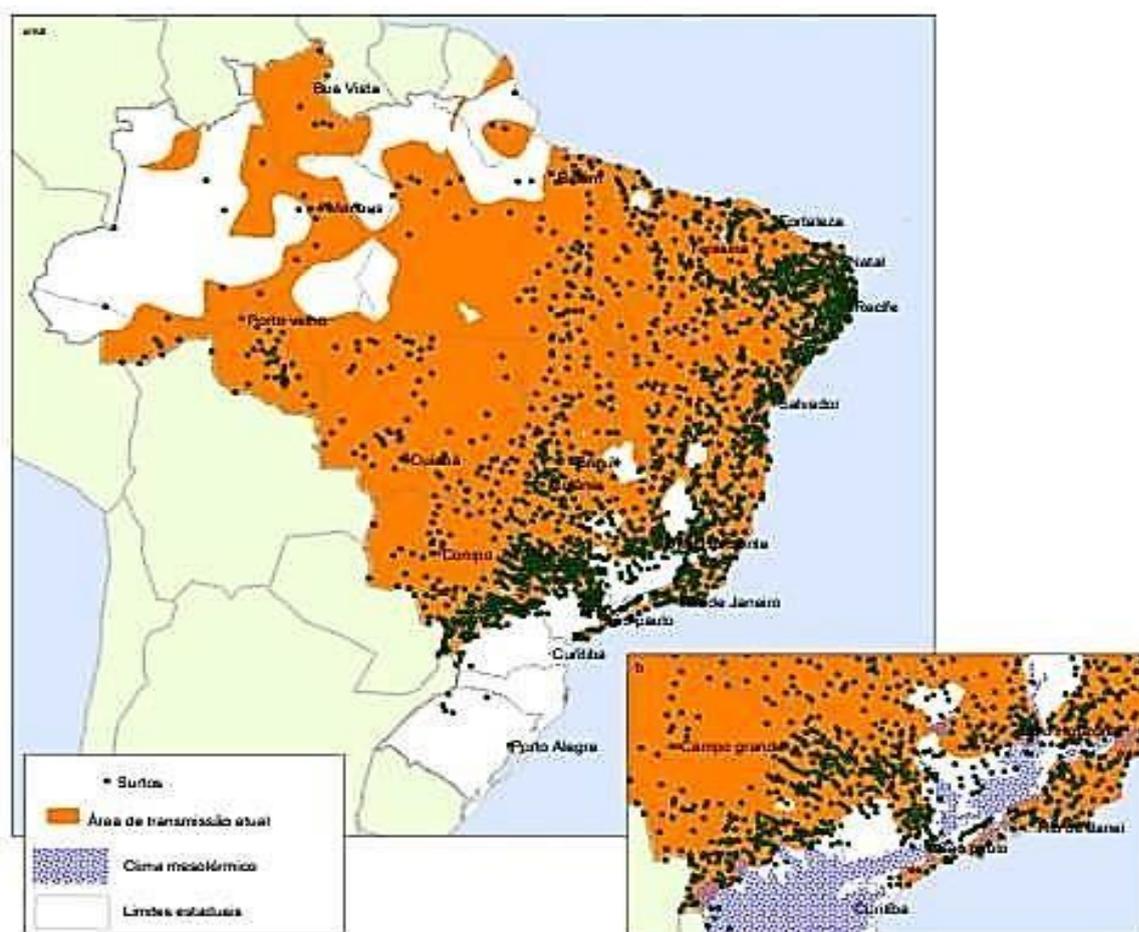
Constataram-se que a América Latina, é considerada como região endêmica, onde grandes surtos Dengue podem ocorrer, afetando cidades grandes e pequenas. A difusão da Dengue se deve a um processo complexo que envolve, a propagação do mosquito *Aedes aegypti* e sua adaptação para ambientes urbanos, mobilidade da população e as mudanças climáticas que aceleram o ciclo de transmissão. (21)

Isto é especialmente marcado em cidades onde, devido ao calor urbano, efeitos

de ilhas de calor, as temperaturas ambientes são mais quentes do que em áreas rurais circundantes e alterações no regime de chuvas, podem favorecer a manutenção de criadouros de mosquitos. (21)

Apesar do padrão espacial disperso dos surtos, a sustentabilidade da transmissão da Dengue está estritamente relacionada ao clima. As cidades localizadas na zona de clima mesotérmico, apresentam menor probabilidade de ocorrência de surto, com condições menos favoráveis para transmissão permanente, mesmo na presença do vetor. (21)

Figura 3 – Estimativa da área de transmissão da dengue e localização dos surtos de dengue no Brasil no período de 2012. (21)



Fonte: Bartlow, *et al* (2019)

Surtos foram observados em 2.028 de 5.506 cidades brasileiras, principalmente em cidades médias e grandes (mais de 50.000 habitantes) em zonas quentes, como se aponta na figura acima. Por outro lado, cidades localizadas na zona mesotérmica, mesmo com grande população, raramente registraram surtos durante o período do

estudo. Os surtos se concentram na região nordeste e, surpreendentemente, no Sul, ao longo da orla da área de transmissão. Na região central do país, a ocorrência de surtos de dengue é mais dispersa. (21)

Verifica-se que o padrão espacial disperso dos surtos, a sustentabilidade da transmissão da Dengue está estritamente relacionada ao clima, segundo Barcellos e Lowe. As Cidades localizadas na zona de clima mesotérmico apresentam menor probabilidade de ocorrência de surto, com condições menos favoráveis para transmissão permanente, mesmo na presença do vetor. (21)

Observa-se que o mosquito *Aedes aegypti* ao longo dessa orla pode produzir surtos entre as populações suscetíveis. As zonas de transição climática e ecológica, como os ecótonos, podem amplificar a frequência e a gravidade da transmissão da doença, exportando o vetor para novos ambientes. (20)

As grandes cidades tornaram-se ilhas de calor, o que resultam em noites mais quentes e períodos de inverno. As reduções na variabilidade da temperatura nas áreas centrais da cidade podem criar microclimas favoráveis para a reprodução do mosquito. Por todas essas razões, cidades grandes e quentes “disseminam” o vírus da dengue e permitem a disseminação para áreas vizinhas e conectadas. (21)

Os autores apresentaram que não está claro se a Dengue, Chikungunya, Zika continuarão a se expandir geograficamente e se tornar endêmico em algumas regiões do planeta. Além disso, as mudanças climáticas e a globalização aumentaram o potencial para uma disseminação mais ampla de doenças transmitidas por vetores, por se tornarem ambientes propícios para o desenvolvimento. (21)

Assim, há uma necessidade urgente de estudar essas doenças em diferentes regiões e produzir uma abordagem generalizável, capaz de mapear risco e previsão de surtos para alertar as populações vulneráveis e informar o apoio à decisão enquanto o aumento da compreensão científica. (22)

Os mosquitos estão intimamente ligados e rastreiam as condições ambientais, porque seu ciclo de vida depende das condições ambientais. A expansão do mosquito *Aedes aegypti* provavelmente continuará no futuro por causa do aumento das temperaturas, maiores probabilidades de hibernação e mudanças nos regimes de precipitação das chuvas. (22)

Embora a mudança climática influencie diretamente a distribuição de mosquitos por meio de mudanças ambientais e condições do clima, as mudanças climáticas também podem impactar as distribuições indiretamente. (22)

Segundo os autores, apresentaram-se uma pesquisa que indicam dados através de criadouros de mosquitos que podem indicar risco epidemiológico de Dengue, 430 coordenadas de pontos geográficos do vetor da Dengue foram extraídas do relatório LIRAA no período de 2012, que tem como um dos objetivos permitirem a identificação das áreas com maior proporção e ocorrência de focos, bem como dos criadouros predominantes, indicando o risco de transmissão de Dengue, Chikungunya e Zika. (23)

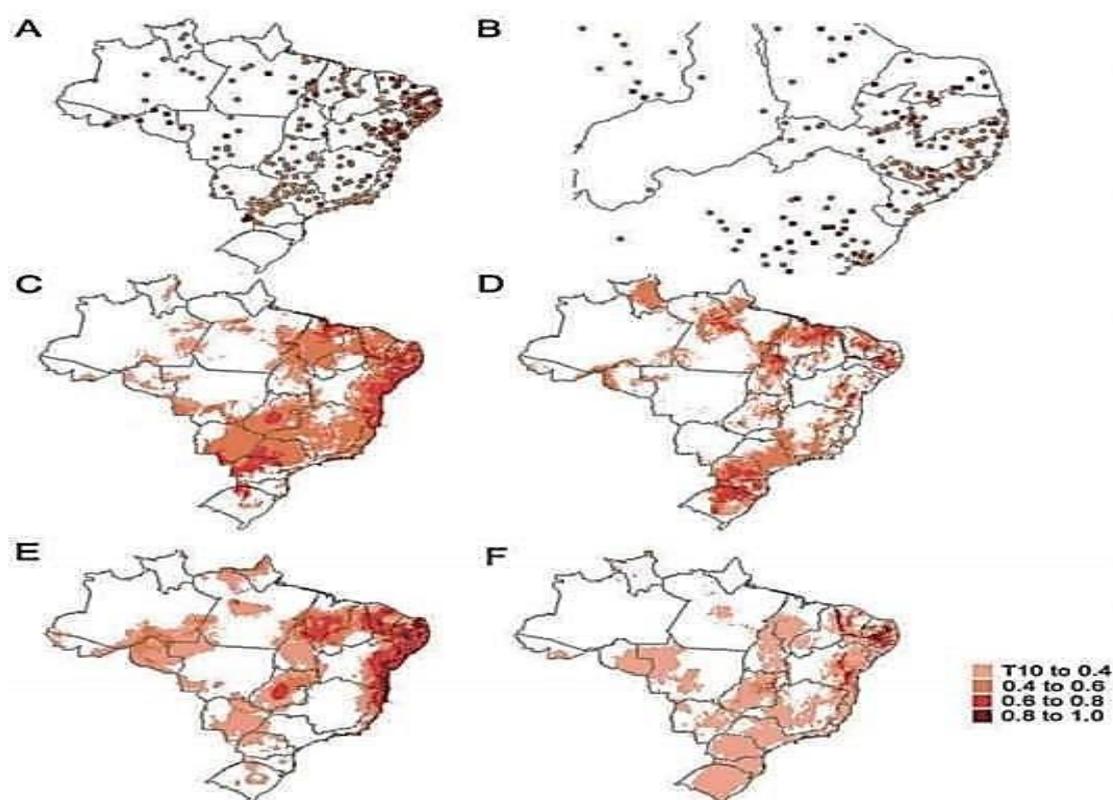
O LIRAA possui 5 critérios de inclusão para avaliação epidemiológica: capitais, cidades metropolitanas, municípios com mais de 100 (cem) mil habitantes, municípios dentro das fronteiras dos países e com alto fluxo turístico. Cada cidade é dividida em grupos, avaliando o número de casas infestadas e com as larvas do vetor. Os municípios são classificados como: Satisfatório, quando  $IL < 1$ ; em alerta, quando  $IL \geq 1$  a 4; e risco de surto, quando  $IL \geq 4$ . (23)

Com isso os pesquisadores, agruparam camadas preditoras, usadas para construir os modelos ambientais de dados bioclimáticos com proporções e previsões das condições atuais e futuras. Por meio do programa (BIOCLIM: [www.worldclim.org](http://www.worldclim.org) e GCM: [www.ccafs-climate.org](http://www.ccafs-climate.org)) Usaram-se algumas camadas BIO: (23)

- Temperatura média anual Intervalo médio diurno (média da temperatura mensal max - min);
- Isotermalidade Sazonalidade da temperatura;
- Temperatura máxima do mês, mais quente, temperatura mínima do mês e mais fria;
- Faixa de temperatura anual;
- Temperatura média do trimestre mais úmido;
- Temperatura média do trimestre mais seco;
- Temperatura média do trimestre mais quente;
- Temperatura média do trimestre mais frio;
- Precipitação anual; Precipitação do mês mais chuvoso;
- Precipitação do mês mais seco; Sazonalidade de precipitação (coeficiente de variação);
- Precipitação do trimestre mais úmido;
- Precipitação do trimestre mais seco;
- Precipitação do trimestre mais quente;

- Precipitação do trimestre mais frio, que representam as condições ambientais locais. Usaram-se cenários, para gerar projeções futuras, como segue nos mapas a baixo:

Figura 4 — Mapas da distribuição atual (2012) e futura (2050) do vetor da Dengue no Brasil. O mapa (A) mostra os pontos de ocorrência observados de nível de infestação urbana entre 1 e 3,9 (círculos) e superiores a 3,9 (quadrados) no Brasil; e o mapa (B) apresenta os mesmos valores para os estados do Nordeste, com maior detalhamento dos pontos agrupados. O mapa (C) mostra a adequação ambiental do *Aedes aegypti* com todos os pontos de ocorrência nas condições bioclimáticas atuais. O mapa (D) apresenta a adequação ambiental do vetor sob condições futuras (2050). E o mapa (E) mostra os hotspots de risco de surto no contexto ambiental atual; enquanto o mapa (F) mostra as áreas de surto em uma projeção futura. (23)



Fonte: Carneiro et al (2017)

Diversas técnicas de modelagem foram usadas para construir mapas de risco, mas poucos consideraram projeções futuras para identificar pontos de acesso para planejamento de controle futuro. Neste estudo selecionado, foram construídos modelos que representam as probabilidades de presença do mosquito em relação às

variáveis ambientais, no contexto bioclimático real e nas projeções de 2050 dessas variáveis. (23)

Diante disso, considerando pontos coordenados de alto e médio risco. Assim, os resultados identificaram não apenas os hotspots atuais e futuros de risco epidemiológico da Dengue, mas também mostram a diferença na distribuição das espécies de vetores quando os pontos de ocorrência do surto são levados em consideração. (23)

A principal restrição na distribuição do *Aedes aegypti*, principalmente isothermalidade, regiões que mantem a mesma temperatura ambiente, sugere que temperaturas constantes podem influenciar o risco epidemiológico da Dengue, juntamente com a sazonalidade da temperatura e a variação anual da temperatura. (23)

Constataram-se influências das variáveis climáticas na distribuição do vetor da Dengue. Dentro disso, os autores sugeriram que os resultados das áreas de cobertura da distribuição de vetores no Brasil, diminuirá nas projeções futuras. (23)

Observando-se que a temperaturas poderiam aumentar daqui alguns anos, como demonstram no mapa (F) da figura 4, irá alterar os surtos epidemiológicos relacionados ao *Aedes aegypti*, justamente por não manter um equilíbrio térmico para o desenvolvimento do inseto. Vários estudos sugeriram, que a área de infecção aumentaria no futuro após avaliar os efeitos do aquecimento global, na distribuição mundial da Dengue. (23).

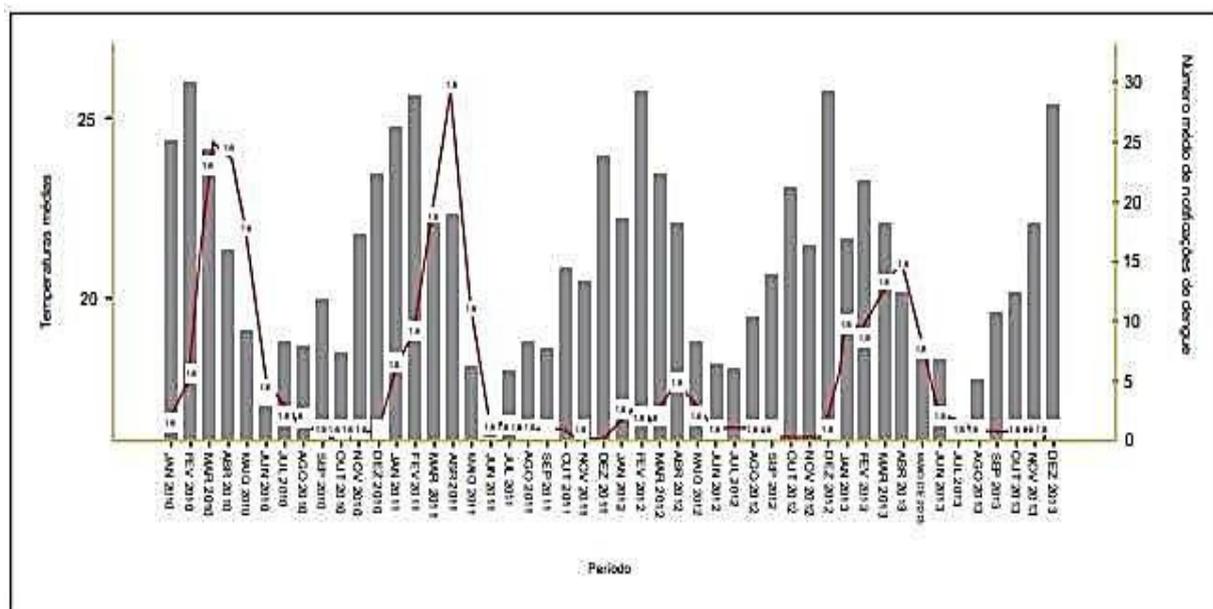
O aquecimento global pode aumentar a temperatura local em regiões com isoterma abaixo do mínimo aceitável para o desenvolvimento e sobrevivência do inseto, espalhando o risco de dengue para o sul em direção a novas áreas adequadas, conforme observado nas Figuras (D) e (F). (23)

Da mesma forma, as temperaturas podem ultrapassar o limite máximo da temperatura, o que explicam a diminuição da aptidão para o vetor ao norte do Brasil (Figura 4 com as imagens D e F). (23)

Apresentaram-se um estudo observacional transversal, que foram coletados e utilizaram as seguintes variáveis para investigação epidemiológica: espaço (regiões), época (ano, mês e estações), meteorologia (índice temperatura-umidade) e distribuição cronológica da doença. Os dados foram analisados, a fim de verificar sua relação durante os períodos de incidência em um determinado período de tempo que permite a investigação dos fenômenos resultantes das interações com o meio

ambiente. Com isso apresentaram uma associação entre umidade, temperatura e relação à incidência de casos da doença por ano no estado de São Paulo. (23)

Gráfico 1 – Temperaturas médias e número de notificações de dengue na região do Grande ABC entre 2010 e 2013 (23).



Fonte: Carneiro et al (2017)

O ano de 2013 surge como o ano com maior número de casos notificados de Dengue na região no ABC em São Paulo, os autores sugeriram-se que os meses daquele ano foram mais quentes e úmidos em todo o estado de São Paulo, segundo dados meteorológicos. (23)

Esse cenário cada vez mais comum, em que o inverno não é mais uma estação fria e seca, é uma mudança climática decorrente do aquecimento global. Com isso podendo constatar a associação entre as condições climáticas e desenvolvimento dos vetores, principalmente no que se diz a respeito de amplitude térmica adaptação ao seu desenvolvimento. (23)

Constataram-se que independentemente dos outros fatores, as variações da temperatura e a intensidade das chuvas afetam o ciclo reprodutivo e a sobrevivência dos vetores, que provocam alterações em sua distribuições e densidades, os mosquitos precisam das temperaturas que variam entre 15 ° C á 35 ° C, para sobreviver e se reproduzir. Esses fatores climáticos (abióticos), mostraram associação com a incidência e prevalência da Dengue. (23)

Ressaltam-se, que o desenvolvimento do mosquito gira em torno de 45 dias, a geração nascida no início de janeiro pode infectar os hospedeiros até 15 de fevereiro, enquanto a geração nascida na segunda quinzena de janeiro pode infectar pessoas até 15 de março. Nesse sentido, os casos de dengue aparecem após semanas de pico de temperatura e chuvas, período em que o mosquito pode se desenvolver e contaminar a população. (23)

A maior incidência de casos de infecção por Dengue, Chikungunya, Zika no Brasil, está associada a áreas com chuvas mais frequentes e secas severas, uma vez que ambas aumentam os criadouros dos vetores. A mudança da temperatura por si só, ou em conjunto com outras mudanças variáveis, como a precipitação, pode alterar a transmissão das doenças. (23)

Diante disso, os autores citam que as temperaturas afetam o espaço, distribuição temporal dos vetores de doenças em escalas globais e regionais. Com isso, a temperatura continua a aumentar devido às mudanças climáticas e emissões de gases do efeito estufa, vetores de insetos em regiões de baixa latitude podem se expandir em novos habitats em regiões de latitude média ou alta e em altitudes mais elevadas, levando a expansões geográficas ou mudanças nas áreas de doenças. (23)

Esforços de modelagem têm apoiado futuras tendências crescentes na emergência das doenças impulsionadas pelas mudanças climáticas e também na criação de modelos preditivos, que façam a associação das condições climáticas e surgimento de doenças, como exemplo, relacionado às arboviroses. (23)

Segundo os autores, apresentaram-se fortes evidências de que a correlação entre clima e epidemias, variam significativamente entre as diferentes capitais, rejeitando explicações simplistas ou universais envolvendo temperatura e precipitação em centros urbanos. (23)

#### 4.4 CONTEXTO E ANÁLISE DOS DESAFIOS DA SAÚDE PÚBLICA, RELACIONADAS AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E AS ARBOVIROSES

As doenças transmitidas por vetores também têm impactos socioeconômicos mais amplos, aumentando as iniquidades em saúde e atuando como um freio ao desenvolvimento socioeconômico. O fardo das doenças sensíveis ao clima é maior para as populações mais pobres. Tanto porque, as doenças transmitidas por vetores são mais comuns nos climas tropicais de muitos países em desenvolvimento, locais

onde se contem baixos níveis de desenvolvimento socioeconômico. (24)

Além disso, os riscos das doenças transmitidas por vetores são normalmente muito maiores para indivíduos em maior estado de vulnerabilidade, devido às condições ambientais e sociais mais precárias, por exemplo, habitação de baixa qualidade, falta de saneamento e falta de acesso a intervenções e serviços de saúde preventiva e curativa. (22,24)

Entendem-se que as doenças transmitidas por vetores têm impactos importantes sobre os indivíduos, as famílias e aos sistemas de saúde. Em resumo, as doenças transmitidas por vetores constituem uma importante causa de morte, carga de doenças e iniquidade em saúde, um freio ao desenvolvimento socioeconômico e uma pressão sobre os serviços de saúde. (22,24)

Por exemplo, a “OMS” resumiu a importância das doenças transmitidas por vetores e afirmam que as distribuições geográficas relativamente estáveis estão mudando devido a uma série de fatores, entre eles, incluindo as mudanças climáticas. (25)

Diante disso, os autores colocam a necessidade de uma adaptação da saúde às condições climáticas, entre elas, incluindo doenças transmitidas por vetores como uma prioridade. Com isso representam uma excelente oportunidade para uma melhor conexão, entre a pesquisa aplicada e as políticas públicas de saúde. (25)

O progresso contínuo no controle dessas doenças é, portanto, uma contribuição importante para a saúde, o desenvolvimento e as seguranças globais. Nesse contexto, as agências de saúde engajadas no controle de doenças transmitidas por vetores precisam considerar: (25)

- (i) A escala e a natureza dos riscos que as mudanças climáticas podem representar para o controle de doenças transmitidas por vetores, por doença e localização;
- (ii) Se eles podem minimizar ou sobrepor os efeitos dos programas de controle; e
- (iii) As medidas eficazes para aumentar a resiliência da saúde e dos programas de saúde às mudanças climáticas de longo prazo, ao mesmo tempo que reforçam os esforços atuais de controle de doenças

Destacam-se que nos últimos anos, houve um aumento acentuado na produção de pesquisas sobre mudança climática e saúde, com doenças transmitidas por vetores. A medida que o campo se desenvolve, é necessário considerar cuidadosamente quais tipos de pesquisa serão mais úteis para apoiar a resposta da

sociedade sobre às mudanças climáticas. (26)

Na Assembleia Mundial da Saúde “AMS” em 2008, os 192 Estados Membros da “OMS” aprovaram uma resolução para fortalecer a ação em matéria de saúde e mudanças climáticas, que incluía a especificação das áreas de pesquisa e projetos pilotos que deveriam ser apoiados. (26)

Com isso, foram elaborados por meio de consultas a uma série de partes interessadas, na pesquisa aplicada com uma conexão relativamente direta com as decisões políticas, particularmente no setor da saúde. Com objetivo de propor prioridades sobre as condições das mudanças climáticas e pesquisas em saúde, através de estudos pilotos. (26)

De acordo com essa pesquisa aplicada, a assembleia mundial da saúde e das mudanças climáticas, discutiram a importância de avaliar os riscos do clima sobre a saúde humana e implementar ações efetivas de respostas através de proposta de projetos e trabalhos. Diante disso, que possam avaliar as condições de vulnerabilidade, mudanças climáticas e sua dispersão pela terra. (26)

Além disso, estimular estratégias efetivas que gerem melhores impactos adaptação e os processos de mitigação em todos os setores humanitários, gerando um fator positivo ou adaptável para a saúde. Verificando também, monitoramento e acessos as condições de vulnerabilidade, saúde e os seus impactos. Contribuindo provavelmente a novos financiamentos necessários a proteção da saúde sobre os efeitos das mudanças climáticas. (26)

As mudanças climáticas impactam a incidência das doenças no passado e, por inferência, no futuro, além de permitir uma avaliação quantitativa da sensibilidade das doenças em questão às variáveis meteorológicas. (20)

Constatarem-se que isolar os efeitos das mudanças climáticas em mudanças específicas na incidência de doenças, contribui para a base de evidências sobre os impactos das mudanças climáticas e apoia o caso geral de mitigação e adaptação. (20)

No entanto, esses estudos isoladamente são uma orientação insuficiente para programas de saúde, porque dados de alta qualidade e longas séries de dados, não estão rotineiramente disponíveis para realizar tais análises para a maioria das doenças em determinados locais, e dentro disso, as avaliações dos efeitos passados das mudanças climáticas não são automaticamente preditivas do futuro. (20)

Os autores evidenciaram-se a importância da modelagem em cenários que

aplicam em um conjunto dos efeitos sobre as mudanças climáticas futuras e modelos baseados nos efeitos conhecidos de variáveis meteorológicas nos vários processos dentro do ciclo de transmissão de doenças ou nas relações estatísticas observadas entre o clima, e a distribuição espacial ou temporal do vetor doenças transmitidas. (25, 26)

Essas abordagens têm sido usadas para gerar projeções dos efeitos potenciais das mudanças climáticas futuras nas tendências das doenças. Nos últimos 3 anos, houve melhorias no grau em que esses modelos são validados em relação às distribuições e incidência observadas no passado. Esses estudos podem, portanto, dar amplas indicações dos potenciais efeitos futuros das mudanças climáticas, da importância relativa do clima em relação a outros determinantes e de diferentes doenças, e indicar áreas que provavelmente se tornarão mais ou menos adequadas para transmissão no futuro. (26)

Os autores citam algumas limitações das modelagens de cenário, entre elas. No que se diz a respeito das mudanças climáticas com as variações naturais ao longo de várias décadas, que se diferenciam em nível global e continentais. (25)

No outro caso, os primeiros trabalhos enfocaram mais as mudanças de temperatura do que de precipitação, porque são comparativamente mais fáceis de representar em modelos climáticos globais e em termos de seus efeitos na transmissão de doenças. A precipitação é importante para a transmissão de doenças transmitidas por vetores, mas as projeções de modelos climáticos são consideravelmente menos consistentes. (26)

Destacaram que o desenvolvimento adicional de abordagens para a análise de cenários ajudaria, portanto, a torná-las mais relevantes para as decisões de controle de doenças em nível nacional. Indica-se uma definição mais explícita dos tipos de decisões de controle que podem ser informados por cenários climáticos e suas escalas de tempo associadas (por exemplo, semanas ou meses para a implantação do pessoal da saúde, anos ou décadas para a concepção dos programas de erradicação das doenças ou a localização de instalações de saúde: (26)

- (i) Avaliação mais integrada das mudanças projetadas no clima ao lado de outros determinantes, como distribuição da população e desenvolvimento econômico;
- e

- (ii) Uso de modelos climáticos e de transmissão de doenças com maior resolução espacial e temporal, por exemplo, por meio do uso de modelos climáticos regionais.

Diante das pesquisas para a formulação de políticas públicas de saúde, os autores, consideram que uma revisão sistemática de escopo da literatura revisada por pares sobre mudança climática e saúde, incluindo doenças transmitidas por vetores, identificou uma série de estudos de pesquisa correspondentes às várias prioridades delineadas pelos Estados membros da OMS. (26)

No entanto, houve uma notável ausência de estudos identificados sobre opções de adaptação eficazes, bem como uma baixa representação geral de pesquisas de regiões mais pobres. A revisão observa que isso representa em parte uma falha em conectar o grande corpo de pesquisas sobre as intervenções, eficazes para controlar doenças sensíveis ao clima ao desafio de longo prazo das mudanças climáticas. (29)

As aplicações das prioridades de pesquisa identificadas pelos governos dos estados da “OMS” sobre às doenças transmitidas por vetores, sugerem programas de pesquisa aplicada que incluirá: (26)

- (i) Avaliações dos riscos, incluindo detecção quantitativa e atribuição e estudos de cenário, mas também mais vulnerabilidade qualitativa e avaliação de adaptação que pode explorar uma gama mais ampla de mecanismos;
- (ii) Avaliação da eficácia de intervenções individuais ou programas de controle, incluindo o grau em que a variabilidade e as mudanças climáticas podem influenciar sua eficácia;
- (iii) Avaliação do impacto na saúde para adaptação ao clima e decisões de mitigação que podem afetar doenças transmitidas por vetores, tais como esquemas de irrigação ou mudanças nas práticas de armazenamento de água, proporcionando criadouros para vetores;
- (iv) Vigilância, monitoramento e ferramentas de apoio à decisão associadas, incluindo o uso de informações climáticas como um recurso para fornecer alerta antecipado de epidemias de doenças infecciosas e melhorar o direcionamento espacial, por exemplo, e conexão com procedimentos operacionais padrão, como o Regulamento Sanitário Internacional “RSI”, para lidar com emergências de saúde pública de interesse internacional;
- (v) Avaliação das necessidades financeiras e de outros recursos, como os custos que seriam necessários para estender a vigilância de doenças transmitidas por

vetores ou intervenções de controle para novos locais ou estações adequadas para lidar com emergências de saúde pública de interesse internacional.

Além disso, como exemplo a “OMS”, desenvolveu um plano de trabalho, que foi desenvolvido no continente Africano, para a adaptação da saúde às alterações climáticas, estruturando coerência e eficiência de programas de saúde, seguindo os 6 principais blocos de construção de um sistema de saúde: (26)

- (i) Governança e política (ou seja, ambiente intersetorial e governança da saúde);
- (ii) Desenvolvimento de capacidades (por exemplo, treinamento sobre relações entre clima e saúde);
- (iii) Informações (avaliações de vulnerabilidade e adaptação, vigilância e pesquisa de doenças informadas sobre o clima);
- (iv) Prestação de serviços (gestão de riscos ambientais para a saúde, programas de saúde informados sobre o clima e redução do risco de desastres);
- (v) Produtos e tecnologias essenciais (para aumentar a resiliência climática e reduzir a pegada ambiental dos serviços de saúde); e
- (vi) Financiamento (para cobrir os custos adicionais necessários para aumentar a proteção contra os riscos climáticos).

Destacaram que as emergências das arboviroses em locais antes indenes, representam um potencial desafio para a saúde pública em muitos aspectos. A recente entrada de Dengue, Chikungunya, Zika no Brasil e em outros países das Américas expõem a população ao risco de infecção, uma vez que todos os indivíduos são susceptíveis. (26)

Ressalta-se que a entrada dessas arboviroses em países já endêmicos por Dengue, como o Brasil, podem ter como consequência o colapso nos serviços de saúde durante epidemias explosivas simultâneas. (26)

Destaca os autores, que as tendências crescentes da Dengue aumentam as preocupações com a saúde global e representam um desafio para o sistema de saúde brasileiro, destacando a necessidade de um forte sistema de vigilância para reduzir a morbimortalidade e a carga econômica desta doença. Embora o sistema de vigilância brasileiro relate mais casos de Dengue do que qualquer outro país, estudos recentes sugerem que os casos não notificados são a maioria. (26)

Pontua-se que o Brasil tem um dos sistemas de vigilância da dengue mais abrangentes, com uma multiplicidade de dados em 5.570 municípios. Os dados coletados incluem dados epidemiológicos, padrões climáticos, dados entomológicos

e dados socioeconômicos e ambientais. O governo federal coordena todas as atividades de vigilância por meio da “SVS” do “MS”, à qual cabe a Coordenação Geral de Vigilância das Arboviroses “CGARB”. (26)

Os autores afirmam ser evidente a necessidade de melhor integração entre vigilância ambiental e epidemiológica, vigilância e atenção à saúde e entre vigilância e saúde, que na prática ainda se torna pouco associada. (26)

O envolvimento da população em geral na prevenção da Dengue também é considerado essencial. Dentro disso com articulações multifatoriais, que indicam uma resposta integrada, como exemplo na educação e entre outros setores, que posso proporcionar uma intersetorialidade às epidemias, do que abordá-los apenas por meio do sistema de saúde, destacando a necessidade de uma abordagem abrangente das questões da saúde pública. (26)

Se reconhece que é cada vez mais necessária uma abordagem multissetorial para a prevenção e controle de doenças infecciosas emergentes. A “OMS” também está destacando a importância de uma estratégia integrada para melhorar os resultados dos sistemas de saúde no controle de doenças infecciosas. Isso é especialmente relevante em uma doença como a Dengue, cujos padrões de disseminação são influenciados por vários aspectos multissetoriais. (26)

Abordagens sistêmicas também são importantes para a Geografia da Saúde, pois a compreensão da distribuição espacial das doenças requer unificação com os domínios referentes a vigilância, meio ambiente e saúde pública. (26)

Enfatizam que para uma melhor avaliação do sistema de vigilância, é necessária uma visão mais inclusiva da saúde e é preciso ser promovida. Isso podendo levar em consideração a prevenção, a universalização da saúde e todos os aspectos intersetoriais da Dengue. (26)

Diante disso, os autores evidenciaram que é necessário investir na promoção do setor saúde por parte do governo, para reduzir a incidência da doença. Para tanto, políticas adequadas de adaptação e mitigação, precisam-se ser formuladas para conter o impacto das mudanças climáticas na saúde pública. (26, 27)

A oferta de educação em saúde pode desempenhar um papel importante no fornecimento de conhecimento às pessoas no controle e prevenção da Dengue. Diante disso, na maioria dos países em desenvolvimento, a utilidade da educação em saúde torna-se complexa por fatores econômicos e políticos. (26, 27)

Compreender os determinantes ambientais e sociais é essencial para o

desenvolvimento de estratégias de controle da Dengue. As atividades de vigilância sanitária, como o controle de vetores, visam áreas geográficas e não só indivíduos ou populações. Devido à ausência de uma vacina e à ineficácia das restrições à mobilidade humana, diante de outros estudos, a integração dos sistemas, seria melhor intervenção para as arboviroses emergentes. (25,26,28)

Conseqüentemente a centralização dos modelos de climáticos com os modelos epidemiológicos escaláveis e verdadeiros, dados em tempo real permitiriam que os modelos sejam validados com dados estatísticos e análises de sensibilidade para testar hipóteses e previsões de futuras doenças infecciosas, correlacionando com o clima. (25,26)

Portanto, um foco nos impactos potenciais das mudanças climáticas nos sistemas naturais, animais e humanos permitiram melhores previsões e mitigações de como esses impactos influenciarão as doenças infecciosas zoonóticas em humanos. Embora a modelagem tenha suas limitações, especialmente ao acoplar modelos de sistemas em grande escala, essa alternativa incluiria suposições ou esperaria até que os patógenos infecciosos passassem para novas regiões. (25,26)

Compreender os níveis espaciais em que as variações nos fatores ambientais e socioeconômicos dominam as variações no risco da dengue, é um passo essencial para o desenvolvimento de estratégias eficazes e personalizadas de controle e prevenção da Dengue. (25,26)

Discutem que a maioria dos modelos atuais pertence à abordagem de análise reduitiva, com o objetivo de descrever padrões e entender como vários processos interagem. A saída do modelo depende muito do escopo (minimizar o erro ou maximizar a informação), suposições e escolha dos dados de entrada. O fato de que modelos diferentes produzem resultados diferentes é obviamente um desafio para o desenvolvimento de políticas baseadas em evidências. (25,26)

Construiu-se uma importante classificação de investigações sobre a relação entre mudança climática e doenças transmitidas por vetores, o estudo olha para trás (retrospectivo) ou para frente (prospectivo) no tempo. No primeiro caso, as variáveis explicativas do passado são analisadas para explicar a situação, eventos ou processos atuais, enquanto no segundo, esses fatores explicativos condutores, são usados para prever a doença no futuro. (25,26)

Acrescentam que os estudos retrospectivos tenham mais vantagens de que os fatores são examinados em relação a um desfecho que se estabelece no início do

estudo, quando o processo está estabilizado ou em equilíbrio, e sempre estatisticamente limitado. Pesquisadores retrospectivos, citam, no entanto, devem estar alertas para fontes potenciais de viés, mudanças nas relações de acordo com os níveis de predição (não linearidade) e a presença de variáveis de confusão. (25,26)

Diante disso, encontram-se as causas que associem o surgimento de doenças transmitidas por mosquitos domina a pesquisa sobre mudanças climáticas e doenças transmitidas por vetores, com isso ignorando efetivamente o fato de que, em muitas ocasiões, as doenças não surgiram em outras ocasiões quando as condições eram aparentemente semelhantes, uma armadilha de estudos retrospectivos, conforme mencionado anteriormente. (25,26)

Enfatizam que as autoridades de saúde pública são obrigadas a se preparar para ameaças futuras e precisam de previsões do provável impacto das mudanças climáticas sobre os riscos à saúde pública. Usualmente, eles concentram seus preparativos em sua própria regiões geográficas. (25,26)

O nível de ameaça de uma doença transmitida por vetores para um determinado país pode ser categorizado em um de 4 (quatro) contextos, com base na presença ou ausência de 3 (três) facetas importantes para a saúde pública: casos humanos, patógenos e vetores: (26)

- (1º contexto): No entanto, se uma doença é endêmica em um país, as mudanças climáticas podem afetar o tamanho da população de vetores estabelecida ou a taxa de transmissão dos vetores para os hospedeiros e, conseqüentemente, a incidência de casos em humanos;
- (2º/3º único contexto): Em países onde uma população de vetores estabelecida de uma doença transmitida por vetores está presente, as condições climáticas e ambientais atuais, são obviamente adequadas para o vetor, mas se o tamanho da população vai aumentar ou diminuir em resposta às mudanças climáticas, depende dos requisitos específicos da espécie;
- (4º contexto): As condições climáticas e ambientais atuais podem ser inadequadas ou adequadas, mas ainda não atingiu o vetor; e
- (5º contexto): As doenças transmitidas por mosquitos não apresentam risco quando nem o patógeno nem o vetor estão presentes. Aqui, o estabelecimento futuro do vetor após a introdução é a principal preocupação e as informações sobre o impacto potencial das mudanças climáticas, sobre a doença podem ser ignoradas pela autoridade nacional de saúde.

Analisaram que catalogar todas as evidências possíveis de um impacto passado ou previsto sobre qualquer doença transmitida por vetores, em algum momento, em algum lugar, sem colocá-la em evidências, não aproximam as autoridades de saúde pública de saber o que fazer para estarem preparadas para o futuro. Há uma necessidade de uma abordagem que nos leve além do reconhecimento e apreciação da complexidade das mudanças climáticas e da saúde pública, e forneçam orientação mais contextual. (25,26)

As intervenções em saúde pública, possibilitam ampla gama de estratégias, políticas e programas, que coletivamente podem gerar bastante resultados positivos.

Essas intervenções geralmente têm sido eficazes na redução da morbidade e mortalidade prematura, mas seu sucesso tem variado no tempo e no espaço. (28,29)

Aponta que as intervenções se enquadram nas funções essenciais de saúde pública, monitoramento e a vigilância, por exemplo, da área geográfica da doença, para determinar se sua área geográfica ou incidência está mudando. (25,26)

A vigilância inclui coleta e interpretação de dados, bem como análise de tendências. Outra função é a investigação e resposta a surtos e epidemias, incluindo o diagnóstico e a investigação de problemas de saúde, como um novo surto, e responder com eficácia e rapidez para evitar que o surto se espalhe. (25,26)

Os autores evidenciam que os prestadores de cuidados de saúde, profissionais de saúde pública e o público precisam de informações sobre os riscos para a saúde, das alterações climáticas e sobre as ações para reduzir esses riscos. Estratégias de comunicação são necessárias para disseminar informações oportunas e precisas, como mudanças comportamentais apropriadas para reduzir os riscos das doenças. (25,26)

Diante disso, a complexidade da mudança climática significa que os riscos podem ser identificados e reduzidos de forma mais eficaz, por meio do desenvolvimento de parcerias entre agências (como serviços de saúde e meteorologia) e entre agências e comunidades para conectar setores e disciplinas cujas políticas e programas são importantes para a saúde de uma população. (25,26)

Ressaltando que as incertezas se aplicam às mudanças climáticas e a outros fatores que determinam a distribuição e a incidência de resultados de saúde sensíveis ao clima, como fatores demográficos e socioeconômicos. (25,26)

Discute sobre a compreensão dos riscos do clima e de outras mudanças ambientais globais para a saúde, exige um amplo entendimento das complexas

interações entre o clima e outros fatores que determinam a localização e o número de casos de resultados de saúde sensíveis ao clima. No entanto, poucas pesquisas levaram em conta os vários fatores que determinam os resultados da saúde, como temperatura, precipitação, solo, etc. Sem esse entendimento, as organizações de saúde pública podem acabar implementando políticas e programas que são menos do que eficazes. (25,26)

Necessário compreender as modelagens de vulnerabilidades, impactos e consequências, extensão geográfica e a incidência de resultados de saúde sensíveis ao clima, podem mudar com as mudanças nas temperaturas, padrões de precipitação e a frequência e intensidade de eventos extremos, como chuvas fortes. As percepções sobre como todos esses fatores podem alterar os riscos futuros são importantes para desenvolver e avaliar maneiras de se adaptar às mudanças climáticas. (25,26)

Diante disso, o campo da saúde pública tem uma longa e impressionante história de controle de grandes ameaças. No entanto, as mudanças climáticas podem desafiar a capacidade da saúde pública de manter a eficácia dos programas atuais de gerenciamento de doenças infecciosas e outros riscos. Mas as mudanças climáticas também oferecem oportunidades para identificar onde e quando resultados de saúde sensíveis ao clima podem mudar sua distribuição geográfica ou incidência, essas informações podem ser usadas para modificar intervenções para prevenir surtos antes que ocorram. (25,26)

Enfatizam um sistema integrado de vigilância da saúde de populações humanas e animais em risco, que devem ser projetados para identificar as regiões geográficas, populações, vetores e interações que possam resultar em patógenos emergentes e reemergentes. Com isso, estabelecer um sistema de alerta precoce de surto, que permitiram a modelagem de disseminação, análises e, potencialmente, a aplicação de controle imediato ou medidas de mitigação, relacionados as mudanças climáticas. (25,26, 28)

## **CONCLUSÃO**

Os conhecimentos baseados em evidências aqui relatados a partir do *Scoping review*, demonstraram várias lacunas do conhecimento sobre a pesquisa, porém conseguiu-se associar informações baseadas em artigos e outros documentos diferentes sobre a temática da revisão e seus objetivos.

Um conjunto das mudanças ambientais associadas as mudanças climáticas, simultaneamente facilitou o surgimento de Dengue, Chikungunya e Zika e outros arboviroses, com isso alterando de forma positiva e negativa no ciclo da transmissão vetorial. Nesse regime forma positiva de transmissão intensificada, é provável que continuem a surgir epidemias explosivas, principalmente em regiões não endêmicas e ocorrendo uma expansão geográfica, assim como citadas por vários autores.

Embora nem sempre seja fácil traçar uma relação linear entre as mudanças climáticas, alcance dos vetores e temporada de infestação, mas as fortes influências das mudanças climáticas nos habitats dos mosquitos que não podem ser negligenciados.

As mudanças impulsionadas pelo clima aceleram as infestações por vetores em regiões protegidas, principalmente em regiões temperadas, como foram citadas por alguns autores nas regiões do sul do Brasil. Dos artigos apresentados na revisão de escopo, demonstram uma elevação presente e possivelmente futura, de surtos das arboviroses, entre as regiões do Sul, possibilitando um novo desafio para essas regiões e novas estratégias de saúde.

Tendo em vista os aspectos observados, relacionados as condições climáticas. Destacam-se alguns autores que descrevem a associação de maior surgimento dos vetores, a partir de dados climáticos, entre temperatura e pluviosidade. Apresentando que existem uma relação bastante presente nessa situação. Além disso, dentro de algumas pesquisas, autores designaram que as alterações climáticas estão favorecendo a expansão das arboviroses e ao mesmo tempo extinguindo em outras regiões geográficas dentro do Brasil, de formas negativa altera o ciclo do mosquito e isso intermedia essa dependência climática existente relacionada ao vetor.

Pela observação dos aspectos analisados, alguns autores, principalmente os que citam as técnicas de modelagem. Destacaram-se uma boa eficácia nos estudos das arboviroses, principalmente no que se diz a associação de dados epidemiológicos e dados climáticos. Além disso, esses modelos têm a capacidade de indicar variáveis ambientais que podem influenciar a distribuição do vetor. Por exemplo, a temperatura e a umidade relativa impulsionam o desenvolvimento do vetor e a dinâmica populacional.

Como exemplo citado acima, alguns autores citam os picos de temperatura coincidem com os picos epidêmicos de dengue. Seriam interessantes futuros estudos referentes aos vetores e sua influência no desenvolvimento e condições climáticas,

em todas as suas fases do ciclo de vida e definir objetivos para melhorar os processos monitoração, campanhas e vigilância da saúde das populações.

Em virtude dos fatos mencionados, a vigilância ativa é recomendável para prevenir o surgimento das doenças, identificando áreas de risco antes que se tornem uma ameaça à saúde humana. Especialmente em tempos de orçamentos reduzidos para financiamento de pesquisa, vale destacar para os formuladores de políticas em saúde a importância de reconhecer fatores antropogênicos, ambientais e a dinâmica das doenças, em estudos retrospectivos e prospectivos relacionados às arboviroses, facilitando essa dinâmica da vigilância em saúde assim citada.

Tendo em vista dos aspectos observados o controle da Dengue e a alta incidência de arboviroses no Brasil, levar ao desenvolvimento de um sistema de vigilância articulado e multifacetado, que aborde muitos aspectos do controle, prevenção da doença e promoção em saúde. Alguns autores citam que os principais problemas do sistema de vigilância ocorrem quando, por falta de recursos, o sistema público de saúde deixa de atender às necessidades da população e também pode ser ocasionado por uma própria falha no sistema de vigilância.

Entende-se que investimentos em saúde pública (vigilância, disponibilização de recursos humanos e tecnológicos suficientes) podem acelerar os processos da vigilância, com isso ajudaria a direcionar respostas oportunas, evitando a propagação de doenças e economizando os recursos gastos para combater epidemias. Outro conceito recorrente do estudo é o de integração, considerado fundamental para vigilância eficaz. A integração deve ser implementada entre os diferentes aspectos da vigilância, bem como entre os diferentes fatores relevantes do sistema de saúde e da administração pública, em consonância com um conceito integral de saúde.

Por todos esses aspectos, para melhorar ainda mais o sistema de vigilância, uma visão mais inclusiva da saúde deve ser promovida. Isso poderia levar em consideração a prevenção, a universalização da saúde e todos os aspectos intersetoriais das arboviroses. Na verdade, melhor consolidação dos serviços da vigilância com outros serviços, como exemplo meteorológicos, que assessorem os dados multifatoriais dos estudos das arboviroses.

Dado o exposto, aplicação de recursos na promoção do setor saúde por parte do governo é essencial para reduzir a incidência da doença. Para esse efeito, adaptação, mitigação e políticas precisam ser formuladas para conter o impacto das mudanças climáticas na saúde pública, analisando os dados dos territórios,

socioeconômicos e ambientais e no mesmo, consolidando os serviços.

A promoção da educação em saúde pode desempenhar um papel importante no fornecimento dos conhecimentos para as pessoas no controle e prevenção das arboviroses, principalmente no que se destina as suas associações em condições multifatoriais, como exemplo questões climáticas e surgimento das arboviroses.

Além disso, os mapas produzidos no processo de modelagem, trazem estudos preliminares. Esses que determinam uma variabilidade climática contínua, pelas mudanças sócio demográficas, ambientais e entre outras. Compreender esses determinantes citados, é essencial para o desenvolvimento estratégico de controle das arboviroses, para os incentivos das campanhas de prevenção e promoção em saúde, mais específicas e determinantes para as arboviroses. Com isso concentrando o desenvolvimento e na manutenção de programas de vigilância contextual.

Por todos esses aspectos, alguns autores relatam as dificuldades de produção de pesquisa nesta área e pouco adequada às demandas das formulações de políticas de saúde e mudanças climáticas. Para aumentar a relevância para a programação da saúde atual, é necessário complementar os trabalhos em saúde, mudanças climáticas e modelagem de cenários presentes e futuros, com uma abordagem mais diretamente aplicada para avaliar e gerenciar os riscos relacionados ao clima.

Dessa forma um planejamento preventivo baseado em previsões epidemiológicas, previsões climáticas, com construção de modelagem baseadas em proporções futuras, possam ser adotadas um conjunto de métodos de controle, possibilitando menores custos para os órgãos de saúde, governos e população.

Diante da pesquisa, gestão participativa relacionada aos riscos para a saúde e as respostas para a saúde pública às mudanças climáticas, cobram uma ampla gama de questões, e os riscos que poderão mudar com o tempo e com o local. Assim, incorporar abordagens de gestão adaptativa em políticas e programas locais e nacionais, será uma forma importante de explorar a criatividade humana em desenvolver a flexibilizar adaptações para as mudanças climáticas.

Finalmente, as abordagens mais eficazes para gerenciar os riscos das mudanças climáticas à saúde podem exigir novos mecanismos de coordenação para intervenções locais e nacionais, e em vários departamentos. Como podemos citar a Política Nacional de Mudanças do Clima “PNMC” no Brasil, que tem como seus pilares buscar o crescimento econômico, erradicação da pobreza e redução das desigualdades sociais.

Para mais, o relatório lançado pela revista *The Lancet* no ano de 2021, sobre a saúde e as mudanças climáticas, que respondem sobre as crises convergentes, deixam claro a importância da associação da saúde pública e as políticas das mudanças climáticas. Dentro disso, principalmente no que se refere sobre as desigualdades sociais pelo mundo e com projeções que possam envolver melhor com outros setores da sociedade com melhores intervenções de adaptação.

Dados os expostos, conclui-se uma vigilância ativa é vital para prevenir o surgimento das doenças, no que se diz a respeito as arboviroses. Com isso, identificando áreas de risco, antes que se tornem uma ameaça à saúde humana. Por todos esses aspectos, é visto a necessidade de formulação de políticas baseadas na temática de condições climáticas e arboviroses, a importância de reconhecer fatores antropogênicos e as suas conexões com as dinâmicas das doenças, reservatórios e ambientes.

Um sistema integrado de vigilância da saúde de populações humanas e animais em risco, devem ser projetados para identificar as regiões geográficas, populações, vetores e interações que podem resultar em patógenos emergentes e reemergentes. Isso estabeleceria um sistema de alerta precoce de surto e permitiria a modelagem de disseminação, análises e, potencialmente, a aplicação de controle imediato ou medidas de mitigação e promoção em saúde.

## REFERÊNCIAS

1. Edenhofer O, Kadner S, Stechow C von, Schwerhoff G, Luderer G. Linking climate change mitigation research to sustainable development. *Handbook of Sustainable Development* [Internet]. 26 de setembro de 2014 [citado 14 de julho de 2021]; Disponível em: <https://www.elgaronline.com/view/edcoll/9781782544692/9781782544692.00044.xml>
2. Barcellos C, Hacon S de S. Um grau e meio. E daí? *Cad Saúde Pública* [Internet]. 2016 [citado 14 de julho de 2021];32(3). Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-311X2016000300301&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2016000300301&lng=pt&tlng=pt)
3. Santos MR da S, Vitorino MI, Pimentel MA da S. Vulnerabilidade e mudanças climáticas: análise socioambiental em uma mesorregião da Amazônia. *Rev ambiente água*. 23 de agosto de 2017;12(5):842

4. Giulio GMD, Martins AMB, Lemos MC. Adaptação climática: Fronteiras do conhecimento para pensar o contexto brasileiro. *Estud av.* dezembro de 2016;30(88):25-41
5. Solomon S, Intergovernmental Panel on Climate Change, Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate change 2007: the physical science basis: contribution of working group i to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change.* Cambridge; New York: Cambridge University Press; 2007. 996
6. Zezzo LV, Coltri PP, Miranda MJ de, Júnior JZ. Doenças infecciosas no contexto das mudanças climáticas e da vulnerabilidade socioambiental. *Revista Brasileira de Climatologia [Internet].* 8 de junho de 2021 [citado 14 de julho de 2020];28(0).Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/75500>
7. Differentiating capacities as a means to sustainable climate change adaptation. *Global Environmental Change.* 1º de julho de 2014;27:1-8.
8. Reconceptualising adaptation to climate change as part of pathways of change and response. *Global Environmental Change.* 1o de setembro de 2014;28:325-36
9. Brown K, Westaway E. Agency, capacity, and resilience to environmental change: lessons from human development, well-being, and disasters. *Annu Rev Environ Resour.* 21 de novembro de 2011;36(1):321-42.
10. Morens DM, Folkers GK, Fauci AS. The challenge of emerging and re-emerging infectious diseases. *Nature.* julho de 2004;430(6996):242-9.
11. Bradley TJ. Summary of the proceedings of the 1918 meeting of the american conference of pharmaceutical faculties at chicago, illinois, august 12-13, 1918. *Journal of the American Pharmaceutical Association.* 1918;7(9):799-800.
12. Stoco S, Almeida LC. Escolas municipais de Campinas e vulnerabilidade sociodemográfica: primeiras aproximações. *Rev Bras Educ.* dezembro de 2011;16(48):663-94.
13. Joanna Briggs Institute. *Joanna Briggs Institute reviewers' manual: 2011 edition.* Adelaide: The Joanna Briggs Institute; 2020
14. Joanna briggs institute reviewers manual 2014 edition - pdf free download [Internet]. [citado 20 de julho de 2020]. Disponível em: <https://docplayer.net/6678504-Joanna-briggs-institute-reviewers-manual-2014-edition.html>.
15. Prisma [Internet]. [citado 22 de julho de 2021]. Disponível em: <http://prisma->

[statement.org/prismastatement/Checklist.aspx](http://statement.org/prismastatement/Checklist.aspx)

16. Ali S, Gugliemini O, Harber S, Harrison A, Houle L, Ivory J, et al. Environmental and social change drive the explosive emergence of zika virus in the americas. *PLOS Neglected Tropical Diseases*. 9 de fevereiro de 2017;11(2):e0005135.
17. Asad H, Carpenter DO. Effects of climate change on the spread of zika virus: a public health threat. *Reviews on Environmental Health*. 1º de março de 2018;33(1):31-42
18. Barcellos, Christovam, and Rachel Lowe. "Expansion of the dengue transmission area inBrazil: the role of climate and cities." *Tropical Medicine & International Health* 19.2 (2014): 159-168.
19. Bartlow AW, Manore C, Xu C, Kaufeld KA, Del Valle S, Ziemann A, et al. Forecasting zoonotic infectious disease response to climate change: mosquito vectors and a changing environment. *Veterinary Sciences*. junho de 2019;6(2):40.
20. Cardoso-Leite R, Vilarinho AC, Novaes MC, Tonetto AF, Vilardi GC, Guillermo-Ferreira R. Recent and future environmental suitability to dengue fever in Brazil using species distribution model. *Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 1o de fevereiro de 2014;108(2):99-104.
21. Carneiro MAF, Alves B da CA, Gehrke F de S, Domingues JN, Sá N, Paixão S, et al. Environmental factors can influence dengue reported cases. *Rev Assoc Med Bras*. novembro de 2017;63:957-61.
22. Nava A, Shimabukuro JS, Chmura AA, Luz SLB. The impact of global environmental changes on infectious disease emergence with a focus on risks for Brazil. *ILAR Journal*. 15 de dezembro de 2017;58(3):393-400.
23. Stolerman LM, Maia PD, Kutz JN. Forecasting dengue fever in Brazil: An assessment of climate conditions. *PLOS ONE*. 8 de agosto de 2019;14(8):e0220106.
24. Anwar A, Khan N, Ayub M, Nawaz F, Shah A, Flahault A. Modeling and predicting dengue incidence in highly vulnerable countries using panel data approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. janeiro de 2019;16(13):2296.
25. Braks M, Van Ginkel R, Wint W, Sedda L, Sprong H. Climate change and public health policy: translating the science. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. janeiro de 2014;11(1):13-29
26. Filho SR, Lindoso DP, Bursztyn M, Nascimento CG. O clima em transe: políticas de mitigação e adaptação no Brasil. *Rev Brasileira de Clima [Internet]*.

2016 [citado 21 de julho de 2021];19(0). Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/13900>.

27. Ebi K. Climate change and health risks: assessing and responding to them through 'adaptive management'. *Health Affairs*. 1º de maio de 2011;30(5):924-30.
28. Lima-Camara TN. Arboviroses emergentes e novos desafios para a saúde pública no Brasil. *Rev Saúde Pública* [Internet]. 27 de junho de 2016 [citado 1o de agosto de 2021];50. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/rsp/a/ZVNSNvmVknYpnDYnNYZHwxk/?lang=pt>.

## 5 CONCLUSÃO

A presente revisão mapeou evidências a partir dos seus objetivos de pesquisa, seguindo criteriosamente o protocolo de pesquisa e a descrição dos métodos. No que diz respeito ao objetivo da associação das mudanças climáticas e surgimento de arboviroses no Brasil e desafios para a saúde pública, integra-se poucos estudos que façam citação diretamente com o Brasil, geralmente são estudos que abragem outros países do continente Americano e outros continentes. Porém como citado na introdução do trabalho, pode-se observar uma legislação brasileira bastante acentuada sobre o tema, porém pouco articulada na prática, como é demonstrada nos resultados da pesquisa.

Dentro dos achados do objetivo da associação das mudanças climáticas e surgimento de arboviroses no Brasil, foram encontrados 8 artigos. Esses que deixaram claro sobre as condições de surgimentos das arboviroses com as condições climáticas, principalmente no que se refere as variáveis temperatura e pluviosidade. Ao mesmo tempo, citam a preocupação para novas pesquisas relacionadas a dispersão dos vetores para áreas não endêmicas, interligando a novos surtos que possam surgir relacionados as condições das mudanças climáticas, que podem trazer novas áreas de disseminação dos vetores.

No entanto, destacam-se as técnicas de modelagem, com um papel primordial na análise de dados associativos entre mudanças climáticas e arboviroses, porem pouco desenvolvidas por áreas da vigilância em saúde.

Além disso, áreas endêmicas do vetor, estão se extinguindo a ter novos surtos, justamente por demonstrar que o fator climático esta interligado a dispersão do vetor. E também citam as preocupações com áreas temperadas dentro do Brasil, que estão sofrendo com surtos das arboviroses e que precisam criar novas estratégias de prevenção e promoção em saúde, que entre os gestores, possam aplicar campanhas estratégicas em épocas de primavera, abrindo novas discussões sobre esse tema.

O segundo objetivo da pesquisa foi contextualizar e analisar os desafios da saúde pública, relacionadas as mudanças climáticas e arboviroses encontrados na literatura científica, foram selecionados 7 artigos.

Em síntese vários autores abordam as questões da sistematização das pesquisas associativas entre as arboviroses, condições climáticas e adaptação, com isso abordando propostas de resiliência para populações em estado de

vulnerabilidade social. Além de disso, propondo estudos retrospectivos com intuito de prever surtos em regiões endêmicas e não endêmicas.

Da mesma forma foi reportado uma vigilância ativa, que é recomendável para prevenir o surgimento das doenças, identificando áreas de risco antes que se tornem uma ameaça à saúde humana. Essa vigilância pode-se associar as condições meteorológicas, surtos, epidemiologia e aspectos de prevenção e promoção em saúde.

Conclui-se um sistema integrado de vigilância da saúde de populações humanas e animais em risco, projetados para identificar territórios, populações, vetores e interações que possam resultar em alerta precoce de surtos que permitiria a modelagem da disseminação, análises e, potencialmente, a aplicação de controle imediato ou medidas de mitigação e promoção em saúde.

## REFERÊNCIAS

1. Edenhofer O, Kadner S, Stechow C von, Schwerhoff G, Luderer G. Linking climate change mitigation research to sustainable development. Handbook of Sustainable Development [Internet]. 26 de setembro de 2014 [citado 14 de julho de 2021]; Disponível em: <https://www.elgaronline.com/view/edcoll/9781782544692/9781782544692.00044.xml>
2. Barcellos C, Hacon S de S. Um grau e meio. E daí? Cad Saúde Pública [Internet]. 2016 [citado 14 de julho de 2021];32(3). Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-311X2016000300301&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2016000300301&lng=pt&tlng=pt)
3. Santos MR da S, Vitorino MI, Pimentel MA da S. Vulnerabilidade e mudanças climáticas: análise socioambiental em uma mesorregião da Amazônia. Rev ambiente água. 23 de agosto de 2017;12(5):842
4. Giulio GMD, Martins AMB, Lemos MC. Adaptação climática: Fronteiras do conhecimento para pensar o contexto brasileiro. Estud av. dezembro de 2016;30(88):25-41
5. Solomon S, Intergovernmental Panel on Climate Change, Intergovernmental Panel on Climate Change, organizadores. Climate change 2007: the physical science basis: contribution of working group i to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge; New York: Cambridge University Press; 2007. 996
6. Zezzo LV, Coltri PP, De Miranda MJ, Júnior JZ. Doenças infecciosas no contexto das mudanças climáticas e da vulnerabilidade socioambiental. RBCLima [Internet]. 8 de junho de 2021 [citado 5 de outubro de 2021]; 28. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/75500>
7. Differentiating capacities as a means to sustainable climate change adaptation. Global Environmental Change. 1o de julho de 2014;27:1-8.
8. Reconceptualising adaptation to climate change as part of pathways of change and response. Global Environmental Change. 1o de setembro de 2014;28:325-36
9. Brown K, Westaway E. Agency, capacity, and resilience to environmental change: lessons from human development, well-being, and disasters. Annu Rev Environ Resour. 21 de novembro de 2011;36(1):321-42.
10. Morens DM, Folkers GK, Fauci AS. The challenge of emerging and re-emerging infectious diseases. Nature. julho de 2004;430(6996):242-9.

11. Bradley TJ. Summary of the proceedings of the 1918 meeting of the american conference of pharmaceutical faculties at chicago, illinois, august 12-13, 1918. *Journal of the American Pharmaceutical Association*. 1918;7(9):799-800.
12. Stoco S, Almeida LC. Escolas municipais de Campinas e vulnerabilidade sociodemográfica: primeiras aproximações. *Rev Bras Educ*. dezembro de 2011;16(48):663-94.
13. Artaxo P. As três emergências que nossa sociedade enfrenta: saúde, biodiversidade e mudanças climáticas. *Estud av*. dezembro de 2020;34(100):53-66.
14. Silva EM da, Queiroz F das CM de, Alves JMB. Climatologia e Mudanças Climáticas: Avaliação da Produção Bibliográfica no Período de 2009 a 2019. *Rev bras meteorol* [Internet]. 11 de junho de 2021 [citado 16 de setembro de 2021];Disponível em : [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010277862021005012205&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010277862021005012205&tlng=pt).
15. Almeida LS, Cota ALS, Rodrigues DF. Saneamento, Arboviroses e Determinantes Ambientais: impactos na saúde urbana. *Ciênc saúde coletiva*. outubro de 2020;25(10):3857-68.
16. Vista do Os Impactos das mudanças climáticas na saúde da população [Internet]. [citado 16 de setembro de 2021]. Disponível em: <https://nasnuv.com/ojs2/index.php/UEADSL/article/view/659/97>.
17. Eventos extremos | Observatório de Clima e Saúde [Internet]. [citado 14 de julho de 2020]. Disponível em: <https://climaesaude.icict.fiocruz.br/tema/eventos-extremos-0>
18. Fauci AS, Morens DM. The perpetual challenge of infectious diseases. *New England Journal of Medicine*. 2 de fevereiro de 2012;366(5):454-61..
19. World Health Organization, organizador. *Monitoring the building blocks of health systems: a handbook of indicators and their measurement strategies*. Geneva: World Health Organization; 2010. 92 p.
20. Carlos A. Nobre e José A. Marengo (orgs). *Mudanças climáticas em rede: um olhar interdisciplinar*. São José dos Campos, SP: INCT, 2017. 608 p. ; 23 cm. ISBN 978-85-7917-463-6
21. Ebi K. Climate change and health risks: assessing and responding to them through 'adaptive management'. *Health Affairs*. 1º de maio de 2011;30(5):924-30
22. Terrestre CA-C de C do S. INCT para Mudanças Climáticas [Internet]. Divisão

- de Impactos, Adaptação e Vulnerabilidades. [citado 21 de julho de 2020]. Disponível em: <http://www.ccst.inpe.br/projetos/inct>.
23. [Http://redeclima. Ccst. Inpe. Br/](http://redeclima.ccst.inpe.br/) [Internet]. [citado 21 de julho de 2020]. Disponível em: <http://redeclima.ccst.inpe.br/>.
24. Musmanno CP, Rohlf DB, Silva EL e, Santana V de A. A vigilância em saúde ambiental dos riscos associados aos desastres (Vigidesastres) no Ministério da Saúde. *Ciência & Trópico* [Internet]. 15 de junho de 2016 [citado 21 de julho de 2020];40(1). Disponível em: <https://periodicos.fundaj.gov.br/CIC/article/view/1579>.
25. Página inicial | Observatório de Clima e Saúde [Internet]. [citado 21 de julho de 2020]. Disponível em: <https://climaesaude.icict.fiocruz.br>.
26. Ceron LF, Porto LP. Convenção-quadro das nações unidas: protocolo de kyoto e a política nacional sobre mudança do clima. *Rev Eletron Direito/UFSM*. 4 de abril de 2013; 8:529.
27. Clima [Internet]. [citado 21 de julho de 2020]. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/publicacoes/clima/category/108-fundo-nacional-sobre-mudanca-do-clima.htm>.
28. Mudanças Climáticas [Internet]. [citado 21 de julho de 2020]. Disponível em: <https://antigo.saude.gov.br/vigilancia-em-saude/vigilancia-ambiental/vigidesastres/mudancas-climaticas>
29. Torres PHC, Urbinatti AM, Gomes C, Schmidt L, Leonel AL, Momm S, et al. Justiça climática e as estratégias de adaptação às mudanças climáticas no Brasil e em Portugal. *Estud av*. agosto de 2021;35(102):159-76.
30. Zezzo LV, Coltri PP, De Miranda MJ, Júnior JZ. Doenças infecciosas no contexto das mudanças climáticas e da vulnerabilidade socioambiental. *RBClima* [Internet]. 8 de junho de 2021
31. Prado NM de BL, Biscarde DG dos S, Pinto Junior EP, Santos HLPC dos, Mota SE de C, Menezes ELC de, et al. Ações de vigilância à saúde integradas à Atenção Primária à Saúde diante da pandemia da COVID-19: contribuições para o debate. *Ciênc saúde coletiva*. julho de 2021;26(7):2843-57.
32. Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, Magalhães ET de O, Moraes JC Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo. Situação epidemiológica da Dengue, Chikungunya e Zika vírus no município de Camaçari - BA. *REAS*. 2018;10(5):2047-54.
33. Barbado N, Leal AC. Cooperação global sobre mudanças climáticas e a implementação do ODS 6 no Brasil. *RSD*. 16 de março de

2021;10(3):e29110313290.

34. Oliveira LN de, Moura AS de. Mudanças Climáticas em Áreas Semiáridas. In: Caderno de Resumos da XVI Jornada de Iniciação Científica [Internet]. Fundação Joaquim Nabuco; 2020 [citado 22 de setembro de 2021]. p. 167-72. Disponível em: <https://www.fundaj.gov.br/images/stories/pibic/2020/30.pdf>
35. Tauil PL. Perspectivas de controle de doenças transmitidas por vetores no Brasil. Rev Soc Bras Med Trop. junho de 2006;39(3):275-7.
36. Diallo T, Cantoreggi N, Simos J, Christie DPTH. Is HIA the most effective tool to assess the impact on health of climate change mitigation policies at the local level? A case study in Geneva, Switzerland. Glob Health Promot. 1o de junho de 2017;24(2):5-15.
37. The 2020 report of The Lancet Countdown on health and climate change: responding to converging crises. The Lancet. 9 de janeiro de 2021;397(10269):129-70.
38. Campbell-Lendrum D, Manga L, Bagayoko M, Sommerfeld J. Climate change and vector-borne diseases: What are the implications for public health research and policy? Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. 5 de abril de 2015;370(1665):20130552.
39. Capacitação a Distância em Saúde, Desastres e Desenvolvimento [Internet]. LABEAD / IESC / UFRJ. [citado 21 de julho de 2020]. Disponível em: <http://portalead.iesc.ufrj.br/portalead/cursos/sds>.
40. Who emro | infectious diseases | health topics [Internet]. [citado 21 de julho de 2020]. Disponível em: <http://www.emro.who.int/health-topics/infectious-diseases/index.html>.
41. Neto ASL, Nascimento OJ do, Sousa G dos S de. Dengue, zika e chikungunya - desafios do controle vetorial frente à ocorrência das três arboviroses - parte I. Revista Brasileira em Promoção da Saúde. 30 de setembro de 2016;29(3):305-12.
42. Lima-Camara TN. Arboviroses emergentes e novos desafios para a saúde pública no Brasil. Rev Saúde Pública [Internet]. 27 de junho de 2016 [citado 21 de julho de 2020];50. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/rsp/a/ZVNSNvmVknYpnDYnNYZHwxk/?lang=pt>.
43. Lopes N, Nozawa C, Linhares REC. Características gerais e epidemiologia dos arbovírus emergentes no Brasil. Revista Pan-Amazônica de Saúde. 2014;5(3):10-10.
44. Redação. Teleconexões: Fenômenos climáticos extremos e conectados

[Internet]. EcoDebate. [citado 21 de julho de 2021]. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2012/11/07/teleconexoes-fenomenos-climaticos-extremos-e-conectados>

45. Epstein PR. Climate change and human health. *New England Journal of Medicine*. 6 de outubro de 2005;353(14):1433-6.
46. Simda- sistema de monitoramento diário de agravos [Internet]. [citado 21 de julho de 2020]. Disponível em: <https://simda.sms.fortaleza.ce.gov.br/simda/inde>
47. Lima MCS. Distribuição espaço-temporal do arbovírus Chikungunya e relação com o clima e variáveis socioespaciais em Fortaleza/CE. 2019 [citado 21 de julho de 2020]; Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/50975>.
48. Sousa TCM de, Amancio F, Hacon S de S, Barcellos C. Doenças sensíveis ao clima no Brasil e no mundo: revisão sistemática. *Rev Panam Salud Publica*. 23 de julho de 2018;42:e85.
49. Rizzi CB, Rizzi RL, Pramiu PV, Hoffmann E, Codeço CT. Considerações sobre a dengue e variáveis de importância à infestação por aedes aegypti. 1. 22 de junho de 2017;13(24):24-40.
50. Joanna Briggs Institute. Joanna Briggs Institute reviewers' manual: 2011 edition. Adelaide: The Joanna Briggs Institute; 2020
51. Joanna briggs institute reviewers manual 2014 edition - pdf free download [Internet]. [citado 20 de julho de 2020]. Disponível em: <https://docplayer.net/6678504-Joanna-briggs-institute-reviewers-manual-2014-edition.html>.