

A interface entre saúde, mudanças climáticas e uso do solo no Brasil: uma análise da evolução da produção científica internacional entre 1990 e 2019

The interface between health, climate change and land use in Brazil: analyzing the evolution of international scientific production between 1990 and 2019

Alexandre Maduro Abreu^a

 <https://orcid.org/0000-0001-8418-1803>

E-mail: maduro@unb.br

Guadalupe Sátiro^b

 <https://orcid.org/0000-0001-5326-2707>

E-mail: guadalupesatiro@gmail.com

Gabriela Litre^b

 <https://orcid.org/0000-0001-7789-0580>

E-mail: gabrielalitre@yahoo.com

Luciana dos Santos^c

 <https://orcid.org/0000-0002-0343-2592>

E-mail: lsantos213@hotmail.com

Jessica Eloísa de Oliveira^d

 <https://orcid.org/0000-0002-4549-6498>

E-mail: jessicaeloisai@gmail.com

Danny Soares^e

 <https://orcid.org/0000-0002-6665-9647>

E-mail: danny.castrosoares@gmail.com

Kayton Ávila^d

 <https://orcid.org/0000-0002-6107-8157>

E-mail: kayton.avila@gmail.com

^aUniversidade de Brasília. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. Centro de Pesquisa em Gestão, Inovação e Sustentabilidade. Brasília, DF, Brasil.

^bUniversidade de Brasília. Centro de Desenvolvimento Sustentável. Brasília, DF, Brasília.

^cUniversidade de São Paulo. Departamento de Antropologia. São Paulo, SP, Brasil.

^dUniversidade de Brasília. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. Brasília, DF, Brasil.

^eUniversidade Católica de Brasília. Programa de Pós-Graduação em Economia. Brasília, DF, Brasil.

Correspondência

Guadalupe Sátiro

Universidade de Brasília. Campus Universitário Darcy Ribeiro, s/n, Gleba A, Asa Norte. Brasília, DF, Brasil. CEP 70910-900.

Resumo

O objetivo deste estudo é analisar a evolução da produção científica internacional sobre a interface entre saúde, mudanças climáticas e uso do solo nas últimas décadas, enfatizando a compreensão da saúde em seu sentido amplo, com destaque às dimensões ambientais, sociais e climáticas, a partir das publicações indexadas na base de dados Scopus. Para alcançar esse objetivo, aplicamos duas metodologias: (1) revisão sistemática da literatura internacional, do tipo descritivo-analítica, incorporando métodos qualitativos e quantitativos; e (2) análise de redes, partindo da categorização da dinâmica de palavras-chave com o uso do *software* VOSviewer. Aplicando filtros de busca na base de dados, resultaram 283 artigos, dos quais 162 representam a interface entre saúde e mudanças climáticas; 86, entre saúde e uso do solo; 13, entre uso do solo e mudanças climáticas; e, por fim, 22 representaram a intersecção dos três temas. Verifica-se aumento crescente no número de publicações na última década, com destaque aos anos de 2008, 2014 e 2018. Prevalece o uso de metodologias multivariadas, como modelagem de nicho ecológico, modelagem de nicho de entropia máxima, avaliação de ciclo de vida, análise de áreas sentinelas, análise de múltiplos resíduos, sensoriamento remoto e análise de regressão linear, dentre outras, que evidenciam a existência de múltiplos *drivers* e vulnerabilidades socioambientais ao tratar da relação entre mudanças climáticas, saúde e uso do solo. O maior desafio ao agregar variáveis climáticas, socioambientais e epidemiológicas é a disponibilidade de dados

primários e secundários em escala municipal com abrangência nacional e série temporal mínima de 20 anos.

Palavras-chave: Saúde; Mudanças Climáticas; Uso do Solo; Revisão Sistemática; Análise de Redes.

Abstract

This bibliographic study analyzes the evolution of international scientific production concerning the interface between health, climate change and land use in the last decades, emphasizing the understanding of health in its broad sense, highlighting the environmental, social and climate dimensions by assessing publications indexed in the Scopus database. To achieve this objective, two methodologies were applied: (1) a descriptive-analytical systematic review of the international literature, incorporating qualitative and quantitative methods; (2) and network analysis based on the categorization of keyword dynamics using the application software VOSviewer. Applying search filters to the database resulted in 283 articles, where 162 articles represent the health and climate change interface, 86 represent the health and land use interface, 13 the land use and climate change interface, and the last 22 included all three. There has been a growing increase in the number of publications in the last decade, especially 2008, 2014 and 2018. The use of multivariate methodologies is prevalent, namely (i) ecological niche modeling; (ii) maximum entropy niche modeling; (iii) life cycle assessment; (iv) analysis of sentinel areas; (v) multiple residue analysis; (vi) remote sensing; (vii) linear regression analysis, among others, which show the existence of multiple drivers and vulnerabilities when dealing with the relation between climate change, health and land use. The biggest challenge in aggregating socioenvironmental, climatic and epidemiological variables is the availability of primary and secondary data on a municipal scale with national coverage and a time series of at least 20 years.

Keywords: Health; Climate Change; Land Use; Systematic Review; Network Analysis.

Introdução

As consequências que as mudanças climáticas têm sobre a saúde humana e coletiva não representam uma questão nova. O primeiro informe científico sobre os efeitos das mudanças climáticas na saúde foi publicado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) em 1990. Em setembro de 1995, a Organização Pan-americana de Saúde (Opas) apresentou o tema para a Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos, durante a Conferência sobre Mudanças Climáticas e Saúde Humana. Desde então, uma série de estudos e evidências têm subsidiado as discussões sobre o tema, além do alerta de que é preciso maior preparação para o enfrentamento das ameaças oriundas das mudanças climáticas no Brasil (Opas, 2009).

Os desafios impostos pelas mudanças climáticas já estão em ampla discussão. Inicialmente, o tema foi encarado como uma questão estratégica para o Brasil, de forma a provocar preocupações e debates sobre seus efeitos em diversas áreas, a incluir a saúde. Por meio do decreto nº 6.263, de 21 de novembro de 2007, o governo brasileiro instituiu um grupo interministerial para elaborar a Política e o Plano Nacional de Mudança do Clima. A partir dessa iniciativa, o Ministério da Saúde (MS), por meio da portaria do Gabinete do Ministro (GM) MS nº 765/2008, criou o grupo técnico de clima e saúde para auxiliar o grupo interministerial a desenvolver um plano nacional no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS) (Opas, 2009).

Com a institucionalização dessas questões no Brasil, ocorreu o lançamento do Plano Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) em dezembro de 2008, que tratou das ações do setor da saúde frente às mudanças climáticas. O PNMC teve como objetivo identificar, planejar e coordenar ações e medidas que poderiam ser aplicadas tanto para mitigar as emissões de gases de efeito estufa quanto em as ações de adaptação da sociedade. O PNMC buscou alinhar as ações da saúde com o plano regional da Opas e com o plano global da OMS com um enfoque intersetorial.

Uma das abordagens mais contemporâneas do conceito de saúde enfatiza um enfoque sistêmico compreendendo uma atuação não só intersetorial,

como multidisciplinar. Para analisar a evolução da relação saúde e ambiente, autores como Tambellini e Miranda (2013) propõem três categorias: (1) o ambiente como exterioridade ao homem, baseado estritamente no método epidemiológico; (2) o ambiente como sistema ecológico, que representa um novo enfoque com abordagem ecossistêmica em saúde; e (3) o ambiente como sistema socioecológico, considerando a interdependência do social e do ambiental.

Nessas duas últimas abordagens, busca-se a integração das ciências naturais, sociais e da saúde a partir de quatro dimensões: (1) biofísica; (2) socioeconômica; (3) saúde humana; e o (4) espaço-temporal (Opas, 2009). Essa compreensão ampliada de saúde considera o ambiente como um sistema socioecológico, que se caracteriza por relacionar duas questões: a lógica da natureza e a da sociedade. Tambellini e Miranda (2013) definem como um modelo eco-sócio-sanitário, em que a produção de situações de risco se amplia e se diferencia das situações concebidas nas categorias anteriores.

Nas últimas décadas, a percepção de um sistema socioecológico ganhou força a partir de noções como a de desenvolvimento sustentável a partir dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). O esforço de agrupar as dimensões social e ambiental é um dos desafios lançados pelos ODS no mundo.

Procedimentos metodológicos

Este estudo bibliográfico aplicou dois procedimentos metodológicos considerados complementares. Primeiramente, uma revisão sistemática da literatura internacional, do tipo descritivo-analítica, com abordagem integrativa - isto é, incorporando métodos qualitativos e quantitativos a partir de um recorte longitudinal de 29 anos. Em seguida, aplicou-se uma análise de redes a partir do estudo da dinâmica associativa das palavras-chave levantadas nos 280 artigos selecionados com o uso do *software* VOSviewer.

A revisão sistemática (RS) é considerada particularmente relevante para a condução de uma pesquisa que visa agregar diversos temas de maneira sistêmica e integrada. Assim, a RS é usualmente “desenhada e conduzida após a publicação de muitos

estudos experimentais sobre um tópico, tendo em vista que depende da qualidade da fonte primária” (Sampaio; Mancini, 2007, p. 84). Um aspecto central da RS é a construção de um protocolo que viabiliza seguimento, modificação, checagem, atualização e validação da pesquisa por outros pesquisadores (De-la-Torre-Ugarte-Guanilo; Takahashi; Bertolozzi, 2011; Pagani; Kovaleski; Resende, 2015).

A diferença entre uma revisão sistemática e uma revisão narrativa (RN) reside no fato de que a RS procura responder a uma pergunta mais concreta sobre determinado tema, mediante a aplicação de “métodos explícitos e sistematizados de busca, apreciação crítica e síntese da informação selecionada” (Sampaio; Mancini, 2007, p. 84). Ao passo que na RN não se informa e sistematiza uma metodologia para uma busca de referências, nem os critérios utilizados na avaliação e seleção dos trabalhos (Bernardo; Nobre; Jatene, 2004).

Desse modo, a inovação que se faz é pensar como ferramentas e metodologias complementares podem viabilizar o desenho de RS mais precisas e adequadas a cada pergunta de pesquisa. Ao mesmo tempo, permanece o dever de registrar todos os procedimentos aplicados e desenvolvidos em cada fase, a fim de possibilitar que a RS seja replicada e verificada por outros pesquisadores interessados no tema (Moacyr; Wanderley, 2001).

A questão norteadora que fundamentou este artigo foi a seguinte: quais são as principais evidências e abordagens levantadas pela literatura internacional, nos últimos 29 anos, sobre as inter-relações entre saúde, mudanças climáticas e uso do solo no contexto brasileiro? A partir dessa interrogante, foi possível identificar quais estudos dialogam entre si, sobre o mesmo universo temático, como também aqueles que apresentavam conclusões divergentes, temas que precisam de maior evidência e possibilidades de investigações futuras.

Após a definição dessa problemática central, outras etapas foram seguidas para a operacionalização da RS: definição de critérios inclusão e exclusão da amostra, elaboração de instrumentos que possibilitam a sistematização das informações extraídas da base, análise dos estudos selecionados, interpretação dos dados e, por fim, apresentação dos resultados evidenciados, conforme demonstra

a Figura 1. A revisão sistemática é considerada um estudo retrospectivo importante para a condução de uma pesquisa interdisciplinar que visa integrar diversos temas.

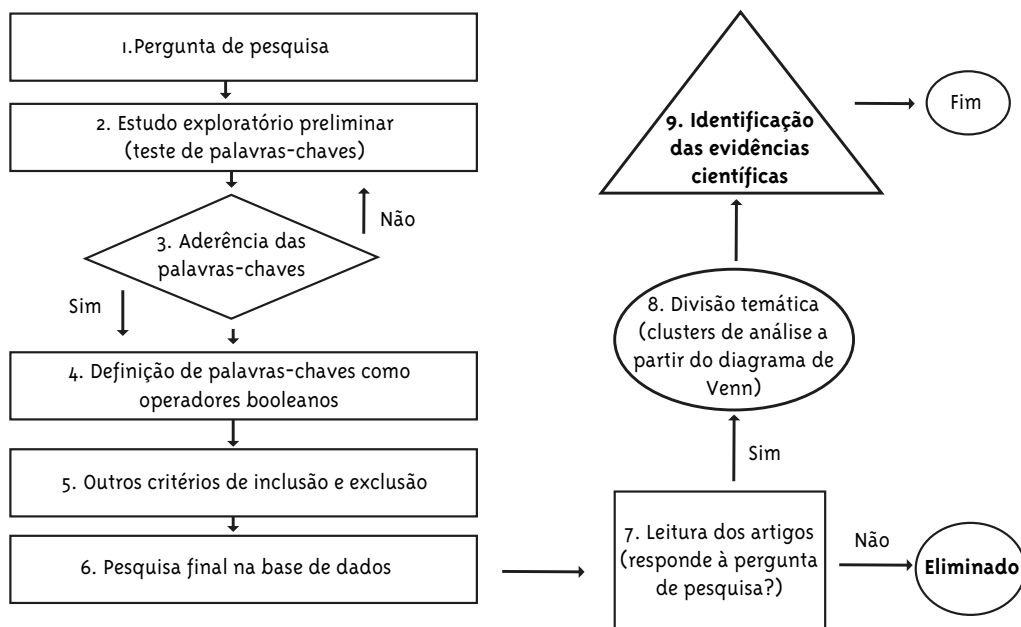
A primeira etapa do protocolo desenvolvido para essa RS consistiu na delimitação da pergunta de pesquisa. É importante que a pergunta seja específica, objetiva e enquadre o lapso temporal de análise e o território a ser analisado, em contraposição à costumeira abrangência de uma RN. Na segunda etapa, realizou-se um teste tanto das palavras-chave como de seus sinônimos, em inglês, tendo em vista que esta revisão sistemática se restringiu à literatura internacional. A terceira etapa consistiu na seleção final das palavras-chave e dos sinônimos que melhor atendem ao escopo do estudo.

As palavras-chave selecionadas foram: “climate change”, “health”, “land use” e “Brazil”. Dentre os

múltiplos sinônimos possíveis, foram definidos: “global warming”, “environment change”, “soil use”, “Brazilian Amazon” e “epidemiology”. Essa pesquisa exploratória realizada na segunda e na terceira etapas exigiu conhecimento preliminar da temática, a fim de considerar a aderência ou não de determinadas palavras-chave e seus sinônimos, evitando que artigos importantes fossem excluídos da busca.

Na quarta etapa, houve a delimitação tanto dos operadores booleanos (AND/OR) quanto dos artigos publicados em periódicos apenas no idioma inglês. A fórmula final resultante desse processo foi a seguinte: (“climate change” OR “global warming” OR “environment change” OR “land use” OR “soil use” AND “health” OR “epidemiology” AND “bra*il” OR “brazilian amazon”) AND (LIMIT-TO (SRCTYPE, “j”)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, “ar”)) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, “English”)).

Figura 1 – Fluxograma da revisão sistemática



Fonte: Adaptado de Pagani, Kovaleski e Resende (2015)

A partir dessa fórmula final, aplicada no Scopus dia 3 de junho de 2019, com todos os critérios de exclusão e inclusão delimitados, resultaram 283 artigos. No entanto, foi percebido que a leitura de um número elevado de trabalhos dificultaria o desenvolvimento de uma análise qualitativa. Por essa razão, optou-se por categorizar e operacionalizar essa amostra a partir do diagrama de Veen, que permitiu a construção de *clusters* temáticos que respondem aos operadores booleanos aplicados, conforme demonstra a Figura 2.

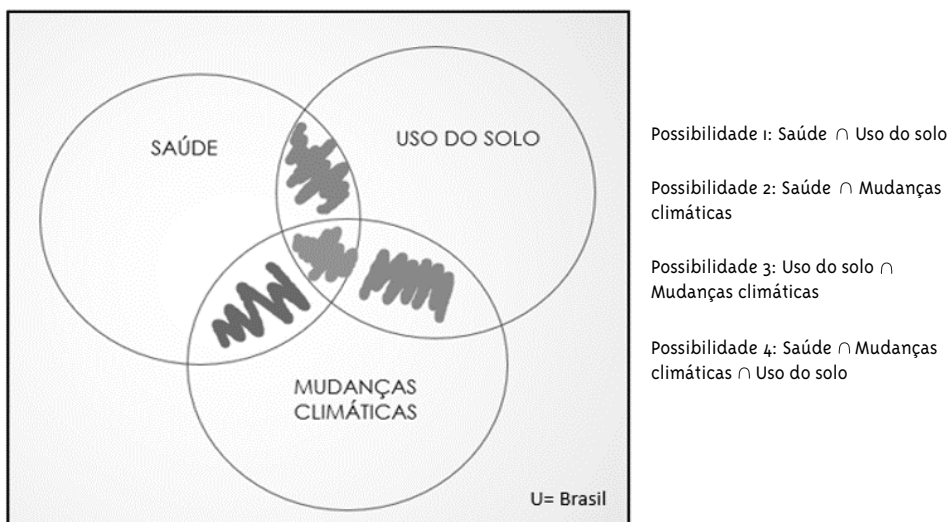
Dos 283 artigos encontrados, foram lidos todos os resumos e, quando necessário, o artigo completo. Por meio dessa categorização por *clusters* temáticos foi possível definir os padrões de interfaces entre saúde, mudanças climáticas e uso do solo. Essas categorias relacionais operacionalizaram o estudo, de modo a viabilizar a sistematização do universo de cada pesquisa.

O diagrama de Veen, demonstrado na Figura 2, é uma ferramenta representativa da lógica matemática

por trás dos operadores booleanos aplicado no Scopus quando se delimita o filtro da pesquisa. De modo que, caso não se empregasse uma separação por grupos temáticos, a partir dessa lógica dos conjuntos, haveria maior dificuldade em evidenciar um padrão entre os artigos para efeito de comparação e análise da progressão das evidências ao longo dos estudos publicados.

Outra ferramenta metodológica aplicada neste estudo foi a análise de redes, que permite evidenciar a dinâmica associativa entre as palavras-chave, o país de filiação dos autores e coautores das publicações e o ranking dos periódicos com maior número de publicações. Para a construção dessa rede, foram consideradas as palavras-chave repetidas pelo menos duas vezes, dentre os 283 artigos da amostra inicial, com o propósito de destacar as aquelas com maior ocorrência na rede, conforme demonstrarão os resultados desta pesquisa na seção referente à aplicabilidade da análise de redes na revisão sistemática.

Figura 2 – Diagrama de Veen aplicado ao objeto de estudo

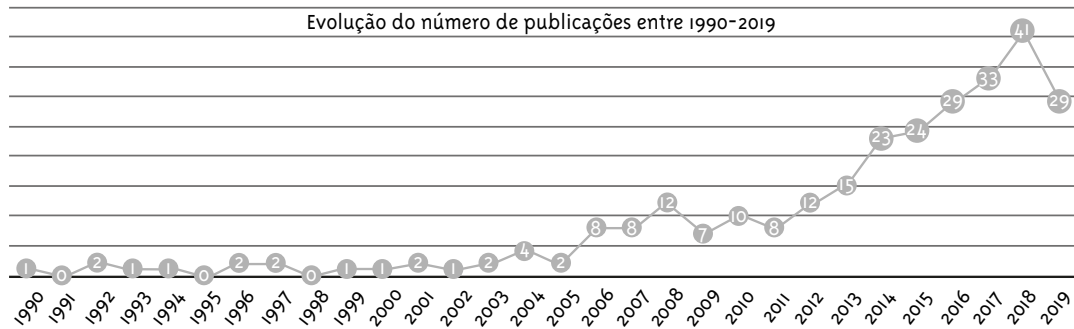


Resultados e discussões

Para compreender um padrão na linha temporal, foi aplicado uma análise da amostragem total de 283 artigos, o que representa o primeiro filtro de palavras-chave e sinônimos aplicado no Scopus, limitado aos

artigos publicados em revistas indexadas e no idioma inglês. Verifica-se um aumento crescente no número de publicações na última década, com destaque aos anos de 2008 (12 publicações), 2014 (23 publicações) e 2018 (41 publicações), conforme demonstra a série histórica do Gráfico 1.

Gráfico 1 – Linha histórica da amostra de 283 artigos

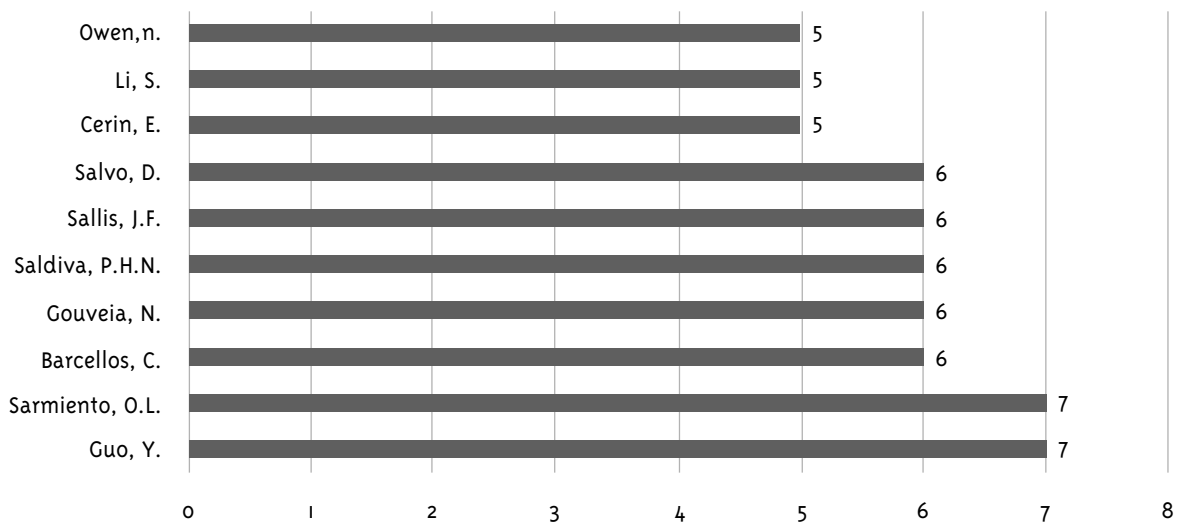


No Gráfico 2 observa-se os autores com maior número de publicações, com destaque para o Dr. Yuming Guo, professor associado de Epidemiologia Ambiental e Bioestatística no Departamento de Epidemiologia e Medicina Preventiva da Escola de Saúde Pública e Medicina Preventiva da Universidade Monash, em Melbourne, Austrália; a Dra. Olga Lucía Sarmiento, médica com mestrado e doutorado pelo Departamento de Epidemiologia da Escola de Saúde Pública da Universidade da Carolina do Norte, em Chapel Hill, Estados Unidos; e o Dr. Christovam Barcellos, com doutorado em Geociências (Geoquímica) pela Universidade Federal Fluminense (1995) e pesquisador titular do Instituto de Comunicação e Informação Científica e

Tecnológica em Saúde (ICICT) da Fundação Oswaldo Cruz, dentre outros.

Outro resultado interessante diz respeito às áreas temáticas em que prevalece maior número de publicações sobre o tema saúde, mudanças climáticas e uso do solo na área das ciências ambientais (111 artigos); em segundo lugar, destaca-se a área de medicina (94 artigos); e em terceiro, as publicações na área de agricultura e ciências biológicas (66 artigos). Ainda que seja evidente uma prevalência da área ambiental, observa-se a capilaridade e a interdisciplinaridade do tema que adentra em diversos universos temáticos, englobando uma permeabilidade entre as ciências ambientais, naturais e humanas.

Gráfico 2 – Autores com maior número de publicações sobre a interface dos temas



Com relação aos periódicos com maior número de publicações sobre essa interface temática, destacam-se: (1) *Science of the Total Environment*; (2) *PLoS One*; (3) *Acta Tropica*; (4) *Journal of Cleaner Production*; e (5) *PLoS Neglected Tropical Diseases*, dentre outras, como consta no Gráfico 3.

A partir dos 283 artigos selecionados, verificou-se maior número dos que tratam da díade saúde e mudanças climáticas (n=162). Em segundo lugar estão os relacionados ao impacto negativo do uso do solo na saúde (n=86). Menos trataram do uso do solo em relação às mudanças climáticas (n=13) e a intersecção dos três temas, isto é, a intersecção central refletiu-se em 22 artigos (n=22).

As evidências levantadas nesses 22 artigos centrais envolvendo saúde, mudanças climáticas e uso do solo demonstram o emprego recorrente do termo *drivers*, isto é, forças propulsoras (Hautier et al., 2015) que contribuem para a causa de um fenômeno e que podem desencadear vulnerabilidades (Ayres et al., 2003; Bronzo et al., 2009; Meyer et al., 2012). Nesse sentido, as evidências levantadas foram classificadas a partir da identificação desses *drivers* que desencadeiam vulnerabilidades no campo da saúde, conforme demonstra o Quadro 1.

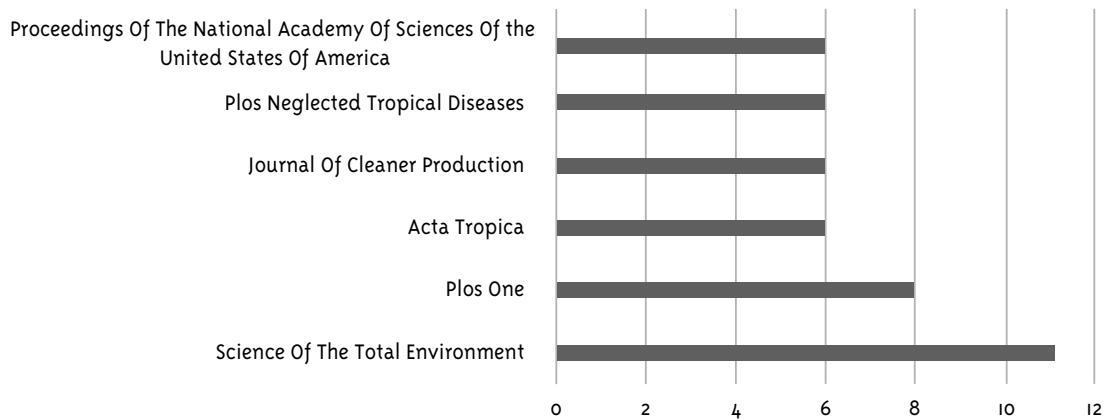
Nesse agrupamento (n=22), que diz respeito à intersecção saúde, mudanças climáticas e uso do solo, observa-se a existência de *drivers* relativos a aquecimento global, mudanças nos índices

pluviométricos, eventos como *El niño* e *La niña* e variação na humidade do ar, dentre outras ocorrências que desencadeiam vulnerabilidades relacionadas com os riscos de disseminação de doenças transmitidas por vetores e infecciosas, seja pela água, pelo ar, por animais hospedeiros etc.

Autores como Muñoz et al. (2016) correlacionam a ocorrência de secas severas e altas temperaturas desencadeadas por *El niño*, particularmente nos anos de 2015-2016, como exemplo de *drivers* que contribuíram para a maior incidência da Zika no Brasil e na América Latina. Outros estudos, como o de Hamrick et al. (2017), enfocam a perspectiva geográfica, ou seja, a geografia da saúde, a geografia médica e a geografia das doenças, a partir de uma abordagem que procura assinalar a interação entre as dimensões ambientais e de saúde pública com a identificação de padrões de tempo-espaço da febre amarela.

Em outra linha, há o trabalho de Carvalho et. al. (2015), que identifica que a região amazônica é endêmica para a leishmaniose cutânea e está prevista para ser severamente impactada pela mudança climática. Ao passo que Souza et al. (2015) assinalam que na região metropolitana de Manaus o número de casos de leishmaniose tegumentar americana tem sazonalidade marcada pelas condições climáticas locais, em que situações de seca favorecem o vetor e um número maior de casos ocorre durante ou após a estação chuvosa.

Gráfico 3 – Periódicos de destaque na amostra



Quadro 1 – Amostra final dos artigos selecionados que tratam da interface saúde, mudanças climáticas e uso do solo (n=22)

Autores	Título	Ano	Periódico	Evidências
1 Silva, P. S. et al.	Impacts of the 1.58C global warming target on future burned area in the Brazilian Cerrado	2019	<i>Forest Ecology and Management</i>	Modelagem de cenários sobre as tendências atuais e futuras de risco de incêndio e área queimada no Cerrado. Aumento futuro da área queimada para todos os cenários, com mudanças acentuadas nos RCP 4.5 e 8.5 (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, IPCC em inglês).
2 Sun, Q. et al.	Global heat stress on health, wildfires, and agricultural crops under different levels of climate warming	2019	<i>Environment International</i>	A magnitude das mudanças no comprimento da estação de fogo e na frequência de incêndios florestais deve aumentar substancialmente em mais de 74% no mundo, com destaque para Estados Unidos, Canadá, Brasil, China, Austrália e Rússia.
3 Lelieveld, J. et al.	Effects of fossil fuel and total anthropogenic emission removal on public health and climate	2019	<i>Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America</i>	Uma rápida eliminação gradual de emissões relacionadas a combustíveis fósseis e grandes reduções de outras fontes antropogênicas são necessárias para salvar milhões de vidas, restaurar padrões de chuvas perturbadas por aerossóis e limitar o aquecimento global a 28C.
4 Favalesso, M. M. et al.	Potential distribution and ecological conditions of <i>Lonomia obliqua</i> Walker, 1855 (Saturniidae: Hemileucinae) in Brazil	2019	<i>Acta Tropica</i>	O mapa de distribuição geográfica de <i>L. obliqua</i> no Brasil, com as informações ecológicas obtidas podem servir como ferramenta para os agentes de saúde pública no Brasil orientarem adequadamente estratégias preventivas e a tenção ao lonomismo no país, além da perda de habitat e condições de acidentes com as espécies.
5 Rocha, D. C.; Alexandre Weiss, V. P.	The convergences between the Sustainable Development Goals and national agendas: The Brazilian case	2019	<i>Health Promotion International</i>	A Agenda 2030 converge com as demandas sociais do Brasil e permitiu contextualizar os ODS. O que indica uma adesão dos ODS aos princípios do campo da promoção da saúde no Brasil e a compatibilidade da agenda internacional com a agenda nacional.
6 Ribeiro, A. G. et al.	Incidence and mortality for respiratory cancer and traffic-related air pollution in São Paulo, Brazil	2019	<i>Environmental Research</i>	A densidade de tráfego e o NO ₂ foram associados a uma taxa aumentada de incidência e mortalidade por câncer respiratório em São Paulo. Moradores de regiões pobres podem sofrer mais com o impacto da poluição do ar pelo trânsito.
7 Zhao, Q. et al.	Geographic, demographic, and temporal variations in the association between heat exposure and hospitalization in Brazil: a nationwide study between 2000 and 2015	2019	<i>Environmental health perspectives</i>	Para cada 58C de aumento de temperatura durante as estações quentes de 2000 a 2015, o risco estimado de hospitalização acima de 0-74 aumentou 4% [intervalo de confiança (IC) de 95%: 3,7%, 4,3%] em todo o país.

continua...

Quadro 1 – Continuação

	Autores	Título	Ano	Periódico	Evidências
8	Costa, S. M.; Cordeiro, J. L. P.; Rangel E. F.	Environmental suitability for <i>Lutzomyia</i> (<i>Nyssomyia</i>) <i>whitmani</i> (Diptera: Phlebotomidae: Phlebotominae) and the occurrence of American cutaneous leishmaniasis in Brazil	2018	<i>Parasites and Vectors</i>	Uso da terra (processo de urbanização e expansão das atividades humanas em áreas florestais). Mudança climática (cenários futuros). Impacto na saúde: leishmaniose.
9	Nava, A. et al.	The impact of global environmental changes on infectious disease emergence with a focus on risks for Brazil	2017	<i>ILAR Journal</i>	Das alterações climáticas. Mudança de paisagem. Saúde: doenças transmitidas por vetores.
10	Aguirre, A. A.	Changing patterns of emerging zoonotic diseases in wildlife, domestic animals, and humans linked to biodiversity loss and globalization	2017	<i>ILAR Journal</i>	Alterações climáticas. Mudança ambiental. Uso da terra. Saúde: besouros coprófagos. Hantavírus. Febre do vale. Tripanossomiase.
11	Prist, P. R. et al.	Climate change and sugarcane expansion increase Hantavirus infection risk	2017	<i>PLoS Neglected Tropical Diseases</i>	Variáveis climáticas. Métricas da estrutura da paisagem. Fatores sociais. Saúde: numerosos fatores modificam o risco de transmissão de Hantavírus e consequente risco de síndrome pulmonar por hantavírose (HPS em inglês).
12	Quintão, A. F. et al.	Social, environmental, and health vulnerability to climate change: the case of the municipalities of Minas Gerais, Brazil	2017	<i>Journal of Environmental and Public Health</i>	Vulnerabilidade social, ambiental e de saúde às mudanças climáticas: o caso dos municípios de Minas Gerais.
13	Lima-Camara, T. N.	Emerging arboviruses and public health challenges in Brazil	2016	<i>Revista de Saúde Pública</i>	Ações antropogênicas (crescimento urbano, globalização do intercâmbio internacional e mudanças climáticas). Saúde: risco à saúde pública (vírus Chikungunya, Nilo Ocidental e Zika).
14	Jacobi, P. R.; Peres, U. D.	Urban environmental management and governance: challenges for the 21 st Century	2016	<i>disP</i>	Uso da terra (crescimento da urbanização); mudança climática (inundações). Saúde: mortalidade, vulnerabilidade socioambiental.
15	Martinez, R.	Epidemiology of paracoccidioidomycosis [Epidemiologia da paracoccidioidomicose]	2015	<i>Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo</i>	Mudanças climáticas (umidade do ar e do solo). Uso da terra (crescente urbanização e mudanças nas práticas agrícolas). Saúde: infecção por <i>Paracoccidioides brasiliensis</i> .
16	Bauch, S. C. et al.	Public health impacts of ecosystem change in the Brazilian Amazon	2015	<i>Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America</i>	Fatores climáticos, políticas de conservação, mudança no uso da terra na Amazônia brasileira (abordagem genérica). Saúde: malária, infecção respiratória aguda (IRA) e incidência de diarreia.

continua...

Quadro 1 – Continuação

Autores	Título	Ano	Periódico	Evidências
17 Smith, L. T. et al.	Drought impacts on children's respiratory health in the Brazilian Amazon	2014	<i>Scientific Reports</i>	Uso da terra (incidência de incêndio, aumento das emissões de aerossóis com degradação na qualidade do ar). Mudança climática: seca. Saúde: interações por doenças respiratórias em menores de cinco anos em municípios altamente expostos à seca.
18 Confalonieri, U. E. C.; Margonari, C.; Quintão, A. F.	Environmental change and the dynamics of parasitic diseases in the Amazon	2014	<i>Acta Tropica</i>	Critérios múltiplos: mudança climática, construção de estradas, extração de madeira, expansão da agricultura e pecuária e construção de grandes barragens. Saúde: dinâmica de doenças parasitárias na Amazônia (malária, leishmaniose cutânea, helmintíase, infecções filariais e toxoplasmoze).
19 Dickin, S. K.; Schuster-Wallace, C. J.	Assessing changing vulnerability to dengue in northeastern Brazil using a water-associated disease index approach	2014	<i>Global Environmental Change</i>	Indicadores com vários critérios: acesso à água, cobertura do solo, clima e coleta de resíduos sólidos. Saúde: vulnerabilidade à disseminação da dengue no Brasil.
20 Galdos, M. et al.	Trends in global warming and human health impacts related to Brazilian sugarcane ethanol production considering black carbon emissions	2013	<i>Applied Energy</i>	Uso da terra (produção de cana). Mudança climática: queima de resíduos, o que leva a emissões de gases do efeito estufa (GEE) e carbono preto. Saúde: impacto no risco humano (respiratório, carcinogênico).
21 Arevalo-Herrera, M. et al.	Malaria in selected non-Amazonian countries of Latin America	2012	<i>Acta Tropica</i>	Uso da terra (desmatamento rápido e práticas agrícolas). Mudança climática (abordagem genérica). Saúde: casos de malária (foco na América Latina).
22 Acrami, G. O. et al.	Apoptosis induced by Oropouche virus infection in HeLa cells is dependent on virus protein expression	2010	<i>Virus Research</i>	Aquecimento global, desmatamento e redistribuição de vetores e reservatórios de animais. Saúde: risco de surgimento do vírus <i>Oropouche</i> em outras áreas da região amazônica.

No que diz respeito ao impacto negativo do uso do solo na saúde, identificou-se a existência de *drivers* relacionados com a deflorestação da Amazônia, do cerrado e de outros biomas, urbanização desenfreada, mineração, migrações, queimadas, expansão da agricultura e uso de agrotóxicos, dentre outros motores que repercutem negativamente na saúde humana e coletiva, como a incidência de câncer, exposição ao mercúrio, malária, problemas respiratórios e outros riscos e ameaças para a saúde pública que estão relacionados com esses *drivers*.

Autores como Tucker Lima et al. (2017) destacam que os estudos que integram dados entomológicos e epidemiológicos são cruciais para entender como as mudanças ambientais, particularmente o desmatamento, influenciam os vetores da malária e como essas mudanças acabam impactando o risco de disseminação da doença. Por outro lado, Angelo et al. (2017) reportam que o município de Porto Velho apresenta alta endemicidade da malária e esse fator desempenha um papel importante na disseminação do parasita para outros municípios da Amazônia e até mesmo para áreas não endêmicas do país. Desse modo, a migração continua sendo um fator importante para a disseminação da doença.

Há uma multiplicidade de enfoques ligados à identificação de evidências que relacionam concomitantemente saúde, mudanças climáticas e uso do solo. O desflorestamento, em combinação com as alterações climáticas relativas às mudanças de temperatura, umidade do ar e variação pluviométrica, contribui com o risco de proliferação e disseminação da malária, leishmanioses, Zika, dengue, Chikungunya, diarreia, doenças respiratórias e outras vulnerabilidades sistêmicas.

Nesse sentido, autores como Nava et al. (2017) identificam que as mudanças ambientais têm enorme impacto no surgimento e ressurgimento de certas doenças, principalmente em países com alta biodiversidade e que enfrentam sérias questões ambientais, sociais e econômicas, como é o caso do Brasil. Por essa razão, esses autores reportam que doenças como Chikungunya, dengue, febre amarela, Zika, síndrome pulmonar por hantavírus, leptospirose, leishmaniose e doença de Chagas têm relação com eventos climáticos, como *El niño*, *La niña*, ondas de calor, secas, inundações, aumento da

temperatura, e mudanças ambientais relacionadas à fragmentação de habitats, desmatamento, urbanização, consumo de carne silvestre e outros fatores (Nava et al., 2017).

Um estudo interessante, levantado por Quintão et al. (2017), compreende a vulnerabilidade às mudanças climáticas como um fenômeno complexo e dinâmico que envolve aspectos sociais, físicos e ambientais. Por essa razão, os autores desenvolveram um método para a mensuração da vulnerabilidade dos municípios de Minas Gerais, a partir da agregação de diferentes tipos de variáveis ambientais, climáticas, sociais, institucionais e epidemiológicas, com o propósito de desenvolver um índice denominado “Índice de Vulnerabilidade Humana” (Quintão et al., 2017).

Outra abordagem sistêmica levantada pela literatura é a de Galdos et al. (2013), que identifica que a queima de resíduos da cana-de-açúcar leva às emissões de GEE e BC, contribuindo com o aquecimento global e provocando problemas de saúde. Assim, ainda que o etanol tenha sido considerado uma opção de biocombustível mais sustentável, os autores defendem a importância de se promover práticas e políticas que melhorem sua produção, contornando a queima da cana da pré-colheita e o aumento do rendimento por unidade de área, por exemplo.

A RS revelou, a partir dessas discussões, a existência de um olhar sistêmico ao abordar as interfaces entre saúde pública e mudanças ambientais relativas a clima e uso do solo. Ainda que não sejam evidências tidas como causais e deterministas, esses estudos demonstram a existência de correlações e *drivers* importantes, que contribuem para o aumento de vulnerabilidades no campo da saúde pública.

Nesse sentido, importa destacar a aplicabilidade do conceito de vulnerabilidade no campo da saúde abrangendo tanto a análise dos graus variados “de suscetibilidade ao adoecimento a que os sujeitos estão expostos e, de modo inseparável, à avaliação da maior ou menor disponibilidade de recursos que eles têm para se proteger de eventos que ameacem sua saúde” (Maffaccioli; Oliveira; Brand, 2017, p. 287).

Esta revisão sistemática corrobora com a compreensão levantada pela literatura internacional

de que a relação saúde e meio ambiente deve ser discutida de maneira sistêmica, considerando os riscos socioambientais sobre a saúde, a incluir a associação entre “poluição atmosférica e problemas respiratórios, doenças diarreicas e o saneamento básico, absorção de metais pesados e os agravos na saúde e, ainda, exposição aos agrotóxicos e efeitos na saúde” (Cepeda et al., 2017; Graham; Polizzotto, 2013; Sankoh et al., 2016 apud Dias, 2017, p. 165).

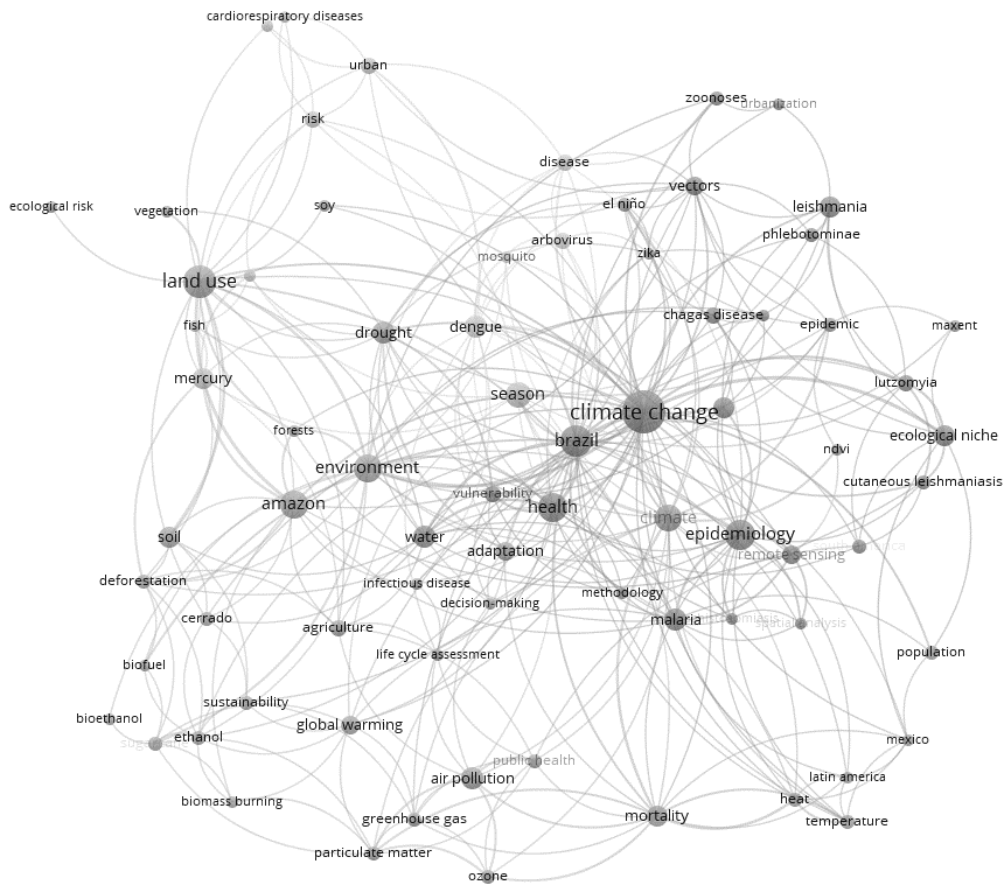
Aplicabilidade da análise de redes na revisão sistemática

A análise de redes empregada neste estudo permitiu evidenciar a dinâmica associativa entre palavras-chave, país de origem das publicações e ranking dos periódicos com maior número de

publicações dentro da amostra. Essa analítica, pormenorizada, facilita a construção de uma perspectiva mais abrangente e integrada da própria revisão sistemática, pois a rede de associações, por exemplo, faz uso dos materiais já coletados da revisão, aplicando os resultados desse exercício por meio de perspectivas variadas.

Para a construção dessa rede de palavras-chave, foram selecionadas aquelas repetidas pelo menos duas vezes dentro da amostra dos 283 artigos selecionados. A rede coloca em evidência a conectividade entre as palavras mais citadas, o que desvela a apreensão dos temas mais preponderantes e com maior ocorrência. Ainda que essa rede não esgote as reflexões do estudo em si, permite mapear o cenário e a narrativa que vem sendo construída sobre a problemática levantada, conforme demonstra a Figura 3.

Figura 3 – Rede de palavras-chave



Utilizou-se a metodologia de associação prevista por Van Eck e Waltman (2009) para a criação da rede de palavras-chave a partir do *software* VOSviewer para normalizar a diferença entre os “nós” (*nodes*) entre as palavras. A metodologia de associação de Van Eck e Waltman (2009) constrói uma rede onde o peso da ligação entre *i* e *j* é dado por:

$$s_{ij} = \frac{2ma_{ij}}{k_i k_j}$$

De modo que k_i , k_j indicam o total de todos os *nodes* e representa o total do peso em toda a rede. Para mapear os *nodes* na rede bidimensional, o VOSviewer minimiza a função para a equação final:

$$\frac{2}{n(n-1)} \sum_{i < j} s_{ij} \|x_i - x_j\| = 1$$

Em que *n* representa o número de *nodes* na rede, x_i representa a localização do *node i* no mapa bidimensional e $\|x_i - x_j\|$ representa a distância euclidiana entre os *nodes i* e *j*. Para uma discussão

mais aprofundada, verificar Van Eck et al. (2010). A agregação em *clusters* é dada pelo método de Waltman e Van Eck (2013).

É a partir dos *clusters* de palavras-chave que é possível observar a dinâmica associativa entre elas, conforme demonstra a Quadro 2. Nos *clusters* 1, 2, 3 e 6, por exemplo, há menção às mudanças climáticas relativas a aquecimento global, *El niño*, GEE, em correlação com riscos e vulnerabilidades associados ao campo da saúde, envolvendo doença de Chagas, leishmaniose cutânea, poluição do ar, Zika etc.

Já nos *clusters* 4 e 5, há um recorte da análise espacial, envolvendo bioacumulação, mercúrio, água, vulnerabilidade, saúde, risco e outras palavras que expressam desdobramentos do uso do solo, no campo da saúde. No *cluster* 7 trata-se de temperatura, aquecimento, mortalidade e população em inter-relação. A partir do *cluster* 8, observa-se forte menção ao uso do solo, soja e riscos ecológicos. No *cluster* 9 há destaque a arbovírus, dengue e enfermidade.

Quadro 2 – Clusters de palavras-chave da rede

Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
Amazon bioethanol biofuel biomass burning Cerrado deforestation environment ethanol forests global warming soil sugarcane sustainability	Chagas disease climate change cutaneous leishmaniasis ecological niche geographic distribution geographic information system leishmania lutzomyia phlebotominae South America urbanization vectors zoonoses	adaptation agriculture air pollution decision-making greenhouse gas infectious disease life cycle assessment ozone particulate matter public health
Cluster 4	Cluster 5	Cluster 6
Brazil epidemiology health malaria methodology remote sensing schistosomiasis spatial analysis vulnerability water	bioaccumulation cardiorespiratory diseases fish human health mercury risk season urban	climate El niño epidemic maxent ndvi Zika

continua...

Quadro 2 – Continuação

Cluster 7	Cluster 8	Cluster 9
heat Latin America Mexico mortality population temperature	drought ecological risk land use soy vegetation	arbovirus dengue disease mosquito

A hipótese que se levanta aqui, a partir dessa rede, é que há uma tendência crescente em adotar uma análise multifatorial e interdisciplinar nas pesquisas que apontam a existência de múltiplas causas, *drivers* e riscos que provocam vulnerabilidades socioambientais ao tratar mudanças climáticas, uso do solo e saúde. Um fato que reflete a existência de uma leitura mais sistêmica e integrada dos acontecimentos em contraposição à fragmentação e reducionismo dos objetos de estudo.

Já no que diz respeito aos países de afiliação dos autores e coautores, o Brasil lidera o ranking, com 141 textos do total (42,2%). Os Estados Unidos ocupam a segunda posição, com uma presença total de 55 artigos (16,5%). O Reino Unido está em terceiro lugar, com 17 artigos (5,1%); o Canadá em quarto lugar, com 16 artigos (4,8%); e a França em quinto, com 8 artigos (2,4%). Esses estudos demonstram a elevada concentração das afiliações institucionais no Norte global, ainda que o Brasil lidere o ranking de afiliações de pesquisas, possivelmente pelo fato de ser o Brasil o território objeto de estudo. Já os países do Sul seguem à margem do eixo de produção e publicação internacional.

Considerações finais

A revisão sistemática é considerada uma metodologia útil para o campo da saúde, tendo em vista que possibilita identificar as melhores evidências científicas e sintetizá-las. A partir dessa revisão da literatura internacional, baseada no Scopus, foi possível identificar um padrão de estudos interdisciplinares que reforçam a necessidade de tomar medidas mais assertivas em termos de políticas públicas que concebam uma conjunção de variáveis, fatores e correlações de maneira interdependente. A reunião

desses conhecimentos e elementos possibilita a construção de orientações práticas no desenho e na implementação na gestão de políticas públicas de modo mais eficiente e colaborativo.

Observou-se que o impacto negativo das mudanças climáticas e do uso do solo na saúde é uma problemática multidimensional. Verificou-se a existência de *drivers*, isto é, forças motoras que contribuem para a causa de um fenômeno e, consequentemente, desencadeiam vulnerabilidades e suscetibilidades, cada vez mais associadas ao conceito de risco. Em uma sociedade de risco, ninguém está imune às ameaças produzidas e agravadas pelas mudanças climáticas, por exemplo.

Há uma tendência crescente de adotar uma análise multifacetada e interdisciplinar nas pesquisas, o que tende a destacar a existência de múltiplas causas, *drivers* e riscos, que provocam vulnerabilidades sociais ao tratar mudanças climáticas, uso do solo e saúde pública conjuntamente. Um fato já refletido pela literatura internacional a partir dos artigos levantados, que em sua maioria apresentam uma perspectiva cada vez mais ecossistêmica e integrada em contraposição à fragmentação e ao reducionismo do objeto de estudo em uma única disciplina. Portanto, a saúde é hoje compreendida de maneira mais ampla e enfoca o indivíduo como um ser integral dentro do seu meio, envolvendo suas condições socioeconômicas, políticas, culturais e ambientais.

Referências

ANGELO J. R. et al. The role of spatial mobility in malaria transmission in the Brazilian Amazon: the case of Porto Velho municipality, Rondônia, Brazil (2010-2012). *PLoS One*, São Francisco, v. 12, n. 2, p. e0172330, 2017.

- AYRES, J. R. C. M. et al. O conceito de vulnerabilidade e as práticas de saúde: novas perspectivas e desafios. In: CZERESNIA, D.; FREITAS, C. M. (Org.). *Promoção da saúde: conceitos, reflexões, tendências*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2003. p. 117-138.
- BERNARDO, W. M.; NOBRE, M. R. C.; JATENE, F. B. A prática clínica baseada em evidências: parte II - Buscando as evidências em fontes de informação. *Revista da Associação Médica Brasileira*, São Paulo, v. 50, n. 1, p. 1-9, 2004.
- BRONZO, C. et al. Vulnerabilidade, empoderamento e metodologias centradas na família: conexões e uma experiência para reflexão. In: SPOSATI, A. (Org.). *Concepção e gestão da proteção social não contributiva no Brasil*. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome, 2009. p. 171-201.
- CARVALHO, B. M. et al. Ecological niche modelling predicts southward expansion of *Lutzomyia* (Nyssomyia) *flaviscutellata* (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae), vector of *Leishmania* (*Leishmania*) *amazonensis* in South America, under climate change. *PLoS One*, São Francisco, v. 10, n. 11, p. e0143282, 2015.
- DE-LA-TORRE-UGARTE-GUANILO, M. C.; TAKAHASHI, R. F.; BERTOLOZZI, M. R. Revisão sistemática: noções gerais. *Revista da Escola de Enfermagem USP*, São Paulo, v. 45, n. 5, p. 1260-1266, 2011.
- DIAS, G. L. et al. Representações sociais sobre saúde e meio ambiente para equipes de Estratégia Saúde da Família. *Saúde e Sociedade*, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 163-174, 2018.
- GALDOS, M. et al. Trends in global warming and human health impacts related to Brazilian sugarcane ethanol production considering black carbon emissions. *Applied Energy*, [S.l.], n. 104, p. 576-582, 2013.
- HAMRICK, P. N. et al. Geographic patterns and environmental factors associated with human yellow fever presence in the Americas. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, São Francisco, v. 11, n. 9, p. e0005897, 2017.
- HAUTIER, Y. et al. Anthropogenic environmental changes affect ecosystem stability via biodiversity. *Science*, Nova York, v. 348, n. 6232, p. 336-340, 2015.
- MAFFACCIOLLI, R.; OLIVEIRA, D. L. L. C.; BRAND, É. M. Vulnerabilidade e direitos humanos na compreensão de trajetórias de internação por tuberculose. *Saúde e Sociedade*, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 286-299, 2017.
- MEYER, D. et al. Noções de família em políticas de “inclusão social” no Brasil contemporâneo. *Revista Estudos Feministas*, Florianópolis, v. 20, n. 2, p. 433-449, 2012.
- MOACYR, N.; WANDERLEY, B. (Ed.). *Prática clínica baseada em evidência*. São Paulo: Elsevier, 2001.
- MUÑOZ, A. G. et al. Analyzing climate variations at multiple timescales can guide zika virus response measures. *GigaScience*, Londres, v. 5, n. 1, p. 1-6, 2016.
- NAVA, A. et al. The impact of global environmental changes on infectious disease emergence with a focus on risks for Brazil. *ILAR Journal*, Londres, p. 1-8, 2017.
- OPAS - ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. *Mudança climática e saúde: um perfil do Brasil*. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2009.
- PAGANI, R.; KOVALESKI, J.; RESENDE, L. Methodi ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. *Scientometrics*, Budapeste, v. 104, n. 3, p. 1-27, 2015.
- QUINTÃO, A. F. et al. Social, environmental, and health vulnerability to climate change: the case of the municipalities of Minas Gerais, Brazil. *Journal of Environmental and Public Health*, Nova York, p. 2821343, mar. 2017.
- SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-89, 2007.

SOUZA, R. A. F. et al. American cutaneous leishmaniasis cases in the metropolitan region of Manaus, Brazil: association with climate variables over time. *Geospatial Health*, Nápoles, v. 10, n. 1, p. 314, 2015.

TAMBELLINI, A. T.; MIRANDA, A. Saúde e ambiente. In: GIOVANELLA, L. et al. (Org). *Políticas e sistema de saúde no Brasil*. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2013. p. 1037-1073.

TUCKER LIMA, J. M. et al. Does deforestation promote or inhibit malaria transmission in the Amazon? A systematic literature review and critical appraisal of current evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London: Biological Sciences*, Londres, v. 372, n. 1722, p. 20160125, 2017.

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. How to normalize cooccurrence data? An analysis of some well-known similarity measures. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, Silver Spring, v. 60, n. 8, p. 1635-1651, 2009.

VAN ECK, N. J. et al. A comparison of two techniques for bibliometric mapping: Multidimensional scaling and VOS. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, Silver Spring, v. 61, n. 12, p. 2405-2416, 2010.

WALTMAN, L.; VAN ECK, N. J. A smart local moving algorithm for large-scale modularity-based community detection. *European Physical Journal B*, [S.l.], v. 86, n. 471, 2013.

Contribuição dos autores

Maduro Abreu e Litre conceberam e delineararam o estudo. Ávila e Soares contribuíram com o desenho metodológico. Sátiro, Litre, Santos e Oliveira coletaram os dados e redigiram o artigo. Todos os autores colaboraram na revisão final do texto.

Recebido: 31/08/2019

Aprovado: 06/01/2020